M. Huhulescu

Bobinarea aparatelor electrice de joasă tensiune

89

colecția electricianului

editura tehnică

Ing. **Mihai Huhulescu**

Bobinarea aparatelor electrice de joasă tensiune

89

Editura tehnică
București — 1978

În lucrare sînt dezvoltate problemele specifice construcției și tehnologiei de execuție a bobinelor folosite la aparatele de joasă tensiune (întreruptoare și contactoare). Se face o sumară descriere a materialelor folosite, precum și a caracteristicilor lor mecanice, termice și electrice legată și de construcția diferitelor variante de bobine. Se urmărește stabilirea tehnologiilor de execuție, reparare și control, care prin aplicarea în practică vor constitui mijloace eficace în executarea unor subansamble de înaltă fiabilitate.

Cartea se adresează muncitorilor, maiștrilor și tehnicienilor care produc, întrețin și exploatează aparate electrice de joasă tensiune. De asemenea este utilă celor care se pregătesc pentru meseriile de: bobinator aparate electrice și electrician de întreținere și exploatare.

Control științific: Ing. VALERIUȘ STANCIU
Redactor: Ing. PAULINA DUMITRESCU
Tehnoredactor: ELLY GORUN
Coperta: VALENTIN VIȘAN

Bun de tipar: 13. III. 1978. Coli de tipar: 11,75. Planșe: 2. Tiraj: 23 500+60 exemplare broșate. C.Z. 621.3.045: 537-72.

Tiparul executat sub comanda nr.: 33 la Întreprinderea poligrafică „Crișana" Oradea, str. Moscovei nr. 5. Republica Socialistă România

Prefață

Creșterea considerabilă a producției de aparate electrice din țara noastră impune o cunoaștere amănunțită a tehnologiei de fabricație și reparare pentru principalele subansamble.

Lucrarea are scopul de a veni în ajutorul muncitorilor, maiștrilor și tehnicienilor care se ocupă cu executarea și întreținerea bobinelor aparatelor electrice. Cartea fiind concepută la un nivel mediu poate servi și la ridicarea calificării muncitorilor din unitățile productive sau din exploatare.

Prin conținutul său lucrarea se adresează tuturor sectoarelor industriale care utilizează aparate electrice, ceea ce mărește considerabil numărul celor cărora lucrarea le va fi utilă.

În lucrare au fost prezentate materialele, construcția și metodele

de execuție și reparare pentru bobinele de tensiune și de curent folosite la aparatele de joasă tensiune. Problemele teoretice au fost prezentate numai în măsura în care sînt necesare reparării sau modificării unor bobine.

Autorul mulțumește tuturor celor care l-au ajutat în alcătuirea acestei lucrări și va fi recunoscător pentru orice informație care va contribui la îmbunătățirea conținutului ei.

Autorul

1. Materiale folosite la confecționarea bobinelor

1.1. Generalități

Materialele utilizate pentru confecționarea bobinelor se pot împărți în mai multe categorii: conductoare, materiale izolante și materiale auxiliare.

Conductoarele pentru bobinare au o caracteristică importantă și anume conductivitatea electrică sau rezistivitatea (inversul conductivității). În tabelul 1.1. se dă rezistivitatea pentru diferite materiale bune conducătoare de electricitate, în $\Omega \cdot mm^2/m$.

Dintre metale cea mai mică rezistivitate (deci cea mai mare conductivitate) o are argintul. Datorită costului său foarte ridicat, argintul nu este folosit pentru confecționarea conductoarelor.

Următorul material din punct de vedere al conductivității este cuprul care are un cost mult mai scăzut și care se folosește în mod curent pentru executarea conductoarelor de bobinaj. Cuprul prezintă dezavantajul că se oxidează repede sub influența oxigenului din atmosferă. Oxidul de cupru este rău conductor de electricitate. Din acest motiv legăturile de contact trebuie acoperite cu un strat de aliaj de lipit conținînd cositor sau acoperite galvanic prin argintare. Din cupru se mai execută și bornele de legătură ale bobinelor.

Un aliaj al cuprului cu zincul este alama. Alama are rezistivitate mai mare decît cuprul și este sfărîmicioasă. Nu se folosește pentru executarea conductoarelor de bobinaj, dar se utilizează pe scară largă pentru confecționarea bornelor de legătură ale bobinelor.

Tabelul 1.1

Parametrii fizici ai materialelor conductoare

Materialul	Masă specifică γ, g/cm³	Rezistivitatea la 20°C Ω mm²/m	Temperatura de topire Θ_t °C
Argint	10,5	0,0165	960,5
Cupru	8,93	0,0172	1083
Aluminiu	2,7	0,03	659
Plumb	11,34	0,21	327
Zinc	7,14	0,061	419
Staniu	7,28	0,12	232
Alamă	8,5	0,07	900

Aluminiul are o rezistivitate apropiată de a cuprului, dar prezintă dezavantajul că se oxidează puternic și este sensibil la vibrații și șocuri. Din aceste motive este mai rar folosit drept conductor pentru bobinele aparatelor electrice. Nu se folosește la confecționarea bornelor de legătură ale bobinelor.

Materiale izolante. Conductoarele pot fi izolate cu diferite materiale ca de exemplu: bumbac, email, fibre de sticlă.

Materialul folosit pentru izolarea conductoarelor prezintă o anumită stabilitate a proprietăților izolante la temperaturile ce apar în momentul trecerii curentului electric prin conductoare. Materialele izolante folosite pentru izolarea între straturi sau pentru confecționarea carcaselor au de asemenea o stabilitate limitată la acțiunea temperaturii. În scopul stabilirii exacte a acestei stabilități, materialele au fost împărțite în clase de izolație conform tabelului 1.2. În acest tabel sînt indicate materialele, clasele de izolație și temperaturile pe care acestea le pot suporta, timp nelimitat, fără a-și micșora proprietățile izolatoare (scăderea rezistenței de izolație).

Utilizarea acestor materiale la temperaturi mai ridicate sau înlocuirea unui material izolant de clasă supe-

Tabelul 1.2

Materiale electroizolante pentru mașini și aparate electrice
Clasificare în funcție de stabilitatea termică

Denumirea clasei de izolație și temperatura limită admisibilă	Grupa	Materiale electroizolante	Lianți, materiale de impregnare și de acoperire care se utilizează la fabricarea	
				mașinilor, transformatoarelor; aparatelor electrice atunci cînd se folosesc materialele indicate în col. 3
0	1	2	3	4
Y 90°C	a	Materiale textile pe bază de: — bumbac — mătase naturală — fibre de celuloză regenerată — fibre de acetat de celuloză — fibre de poliamidă	Nu se folosesc	Nu se folosesc pentru clasa Y
		Hîrtii electroizolante pe bază de celuloză și produse derivate Carton electroizolant Fibră Vulcan Lemn		
		Materiale plastice de formare cu umplutură organică	Rășini anilinoformaldehidice și ureo-formaldehidice	Nu este necesar
	b	Polietilenă Polistiren Poliacrilați } temperatura de utilizare a acestor materiale poate fi limitată la mai puțin de 90 °C din cauza termoplasticității	Nu se folosesc	Nu este necesar

Tabelul 1.2 (continuare)

0	1	2	3	4
		Cloruri de polivinil plastifiate sau neplastifiate Cauciuc natural vulcanizat		
A 105°C	a	Materiale textile pe bază de: — bumbac — mătase naturală — fibre de celuloză regenerate — fibre de acetat de celuloză (dacă sînt impregnate sau lucrează într-un dielectric lichid) — fibre de poliamide Hîrtii electroizolante pe bază de celuloză şi produse derivate: Carton electrotehnic Fibră vulcan Lemn		Lacuri pe bază de răşini naturale modificate cu uleiuri vegetale sicative, şelac, copal şi alte răşini naturale Lacuri pe bază de eteri şi esteri celulozici cu stabilitatea termică corespunzătoare clasei A Compaunduri termoplastice (bitumuri şi altele cu temperatura de înmuiere suficient de mare ca să nu curgă la temperaturile de lucru, numai la bobinele imobile) Uleiuri izolante şi lichide dielectrice sintetice Materialele menţionate în clasele de temperatură superioare
		Ţesături lăcuite şi tuburi textile lăcuite, pe bază de bumbac, mătase naturală, celuloză regenerată, acetat de celuloză sau fibre poliamidice. Hîrtie lăcuită	Lacuri uleioase, răşinoase şi oleo-răşinoase şi oleo-bituminoase	
		Lemn stratificat Pelicule de poliamidă Pelicule de acetobutirat de celuloză şi de triacetat de celuloză Folie-carton electroizolant pe bază de peliculă de triacetat de celuloză Răşini poliesterice nesaturate cu ramificaţii transversale	Răşini fenolformaldehidice	

0	1	2	3	4
		Peliculă izolantă a conductoarelor izolate cu emailuri pe bază de rășină și uleiuri Peliculă izolantă a conductoarelor izolate cu emailuri pe bază de rășini poliamidice		
		Rășină de turnare poliamidice	—	Nu este necesar
		Azbociment impregnat cu substanțe organice care nu curg la 110°C	Bitum asfalt și altele	Nu este necesar
	b	Elastomeri de policloropreni Elastomeri de acrilantributadienă	—	Cele menționate la grupa a
E 120°C	a	—	—	
	b	Pelicule izolante ale conductoarelor izolate cu emailuri pe bază de rășini polivinilformal, poliuretanice sau epoxidice Materiale plastice de presare cu umpluturi organice Stratificate pe bază de hîrtie Stratificate pe bază de bumbac	— Rășini fenolformaldehidice melaminoformaldehidice și fenol-furfurolice	Lacuri oleo-bituminoase sau pe bază de rășini sintetice modificate cu ulei, rășini poliesterice cu ramificații transversale, rășini epoxidice Materiale menționate în clasele de temperatură superioară
		Rășini sintetice termorigide și campounduri (epoxidice, poliesterice, poliuretanice) Compounduri termorigide pe bază de esteri acrilici și metacrilici cu umplutură anorganică Pelicule de polietilentereftalat Fire de polietilentereftalat		

Tabelul 1.2 (continuare)

0	1	2	3	4
		Ţesături lăcuite pe bază de polietilentereftalate	Lacuri pe bază de răşini alchidice şi ulei	
B 130°C	a	Materiale pe bază de mică încleiată în straturi fără suport sau pe suport din hîrtie sau ţesătură organică Materiale pe bază de hîrtie de mică fără suport sau pe suport din hîrtie sau ţesătură organică	Lacuri oleo-bituminoase, răşini sintetice modificate Răşini alchidice Răşini poliesterice cu ramificaţii transversale Răşini epoxidice Uleiuri sicative modificate Lacuri pe bază de uleiuri sicative	Lacuri oleo-bituminoase şi pe bază de răşini sintetice modificate cu ulei. Răşini poliesterice cu ramificaţii transversale Răşini epoxidice cu temperatura de înmuiere suficient de mare ca să nu curgă la temperatura de lucru
		Fibre de sticlă Azbest	—	Răşini fenolice Materiale menţionate în clasele de temperatură superioare
		Ţesătură de sticlă şi tuburi flexibile din sticlă impregnate Fibre de azbest impregnate	Lacuri aleobituminoase, epoxidice, poliuretanice şi pe bază de răşini alchidice modificate cu ulei	
		Materiale plastice de formare cu umplutură anorganică	Răşini termorigide fenolformaldehidice epoxidice, poliesterice	

Tabelul 1.2 (continuare)

0	1	2	3	4
B 130°C			cu ramificații transversale, fenol furfurolice	
		Materiale stratificate pe bază de fibre din sticlă și azbest	Idem	
		Azbociment impregnat cu compuși organici care nu curg la temperatura de 135°C	Bitum asfaltat etc., cu tratament termic ulterior	
	b	Peliculă izolantă a conductoarelor izolate cu emailuri pe bază de polietilentereftalat Compounduri pe bază de rășini sintetice termorigide (epoxidice, poliesterice, politrifluorcloretilenice) poliesterice nesaturate cu ramificații transversale		Idem
F 155°C	a	—	—	—
	b	Materiale pe bază de mică stratificate fără suport sau pe suport anorganic Izolație din fibre de sticlă și azbest pentru conductoare Țesătură din sticlă și tuburi flexibile din sticlă impregnată Stratificate pe bază de sticlă și azbest Materiale pe bază de hîrtie de mică fără suport sau pe suport anorganic.	Rășini și lacuri alchidice, epoxidice, poliesterice avînd o stabilitate termică corespunzătoare clasei de izolație Rășini silicoorganice	Rășini și lacuri alchidice, epoxidice, poliesterice cu ramificații transversale și poliuretanice avînd o stabilitate termică corespunzătoare clasei de izolație Rășini silicoorganice Materiale menționate în clasele de temperatură superioare

Tabelul 1.2 (continuare)

0	1	2	3	4
H 180°C	a	Materiale pe bază de mică stratificate fără suport sau pe suport anorganic Izolație din fibre de sticlă pentru conductoare Țesătură de sticlă și tuburi flexibile din sticlă impregnate Stratificate pe bază de fibre de sticlă și azbest Materiale plastice de formare cu umplutură anorganică Elastomeri siliconici fără suport sau pe suport anorganic Azbest (fire, țesături, hîrtie) Azbociment impregnat	Lacuri și rășini silicoorganice corespunzătoare clasei de temperatură	Lacuri silicoorganice corespunzătoare clasei de temperatură
	b	—	—	—
C Peste 180°C	a	Mică Sticlă și materiale pe bază de fire de sticlă Porțelan și ceramică electrotehnică Cuarț Azbociment neimpregnat Ardezie electrotehnică Micalex	Nu se folosesc	Nu este necesar
	b	Mică stratificată fără suport sau pe suport din țesătură de sticlă Politetrafluoretilenă	Compuși anorganici și rășini siliconice cu stabilitate termică superioară temperaturii de 225°C —	

rioară cu unul de clasă inferioară duce la compromiterea bunei funcționări a aparatului,

1.2. Conductoare

Materialele conductoare sînt folosite pentru confecționarea bobinelor, a legăturilor la borne și a bornelor propriu-zise.

1.2.1. *Conductoare folosite pentru confecționarea bobinelor*

Conductoarele uzuale au secțiunea circulară (rotundă). Pentru bobine de curenți mari se folosesc conductoare cu secțiune dreptunghiulară.

Conductoarele sînt izolate cu bumbac, mătase, email sau fibre de sticlă. Uneori se folosesc și combinații, ca de exemplu: email și mătase, email și bumbac etc.

Conductoarele pot fi izolate într-un singur strat sau în mai multe straturi.

Conductoarele izolate cu bumbac sau mătase corespund clasei de izolație A (105°C) în stare impregnată și clasei de izolație Y (90°C) în stare neimpregnată.

În tabelul 1.3 sînt indicate dimensiunile normalizate ale conductoarelor rotunde izolate cu bumbac sau mătase.

Tabelul 1.3

Dimensiuni normalizate ale conductoarelor cu secțiune rotundă și izolație de bumbac sau mătase

Diametrul d_1 mm	B	2B	3B	T	BT	2BT	M	2M
0	1	2	3	4	5	6	7	8
0,10							0,138	0,173
0,11							0,148	0,183

Tabelul 1.3 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8
0,12							0,158	0,193
0,13							0,169	0,204
0,14							0,179	0,214
0,15							0,189	0,224
0,16							0,200	0,235
0,17							0,210	0,245
0,18							0,220	0,255
0,19							0,230	0,265
0,20	0,305	0,365					0,240	0,275
0,21	0,315	0,375					0,255	0,285
0,22	0,325	0,385					0,265	0,295
0,23	0,335	0,395					0,275	0,305
0,24	0,345	0,405					0,285	0,315
0,25	0,355	0,415					0,295	0,325
0,26	0,367	0,427					0,307	0,337
0,27	0,377	0,437					0,317	0,347
0,28	0,387	0,447					0,327	0,357
0,29	0,397	0,457					0,337	0,367
0,30	0,407	0,467					0,347	0,377
0,31	0,437	0,537					0,357	0,387
0,32	0,447	0,547					0,367	0,397
0,33	0,457	0,557					0,377	0,407
0,34	0,467	0,567					0,387	0,417
0,35	0,477	0,577					0,397	0,427
0,36	0,487	0,587					0,407	0,437
0,37	0,497	0,597					0,417	0,447
0,38	0,507	0,607					0,427	0,457
0,39	0,517	0,617					0,437	0,467
0,40	0,527	0,627					0,447	0,477
0,42	0,549	0,649					0,469	0,499
0,43	0,560	0,660					0,475	0,505
0,45	0,579	0,679					0,499	0,529
0,47	0,600	0,700					0,515	0,545
0,48	0,609	0,709					0,529	0,559
0,50	0,629	0,729					0,549	0,579
0,55	0,679	0,779					0,599	0,639
0,60	0,729	0,829					0,649	0,689
0,65	0,779	0,879					0,699	0,739
0,70	0,829	0,929					0,749	0,789
0,75	0,882	0,982					0,802	0,842
0,80	0,932	1,032	1,19	1,28	1,39	1,55	0,852	0,892
0,85	0,982	1,082	1,24	1,33	1,44	1,60	0,905	0,962
0,90	1,032	1,132	1,29	1,38	1,49	1,65	0,955	1,012
0,95	1,082	1,182	1,34	1,43	1,54	1,70	1,005	1,062

Tabelul 1.3 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8
1,00	1,132	1,232	1,39	1,48	1,59	1,75	1,055	1,112
1,05	1,186	1,286	1,44	1,33	1,65	1,80	1,105	1,166
1,10	1,236	1,336	1,49	1,58	1,70	1,85	1,155	1,216
1,15	1,286	1,386	1,54	1,64	1,75	1,90	1,205	1,266
1,20	1,336	1,436	1,59	1,68	1,80	1,95	1,255	1,316
1,25	1,386	1,486	1,64	1,73	1,85	2,00	1,305	1,366
1,30	1,436	1,536	1,69	1,78	1,90	2,05	1,355	1,416
1,35	1,486	1,586	1,74	1,83	1,95	2,10	1,405	1,466
1,40	1,536	1,636	1,79	1,88	2,00	2,15	1,455	1,516
1,45	1,590	1,690	1,84	1,95	2,05	2,20		
1,50	1,640	1,740	1,95	2,00	2,15	2,25		
1,55	1,720	1,830	2,00	2,05	2,20	2,30		
1,60	1,770	1,880	2,05	2,10	2,25	2,35		
1,65	1,820	1,930	2,10	2,15	2,30	2,40		
1,70	1,870	1,980	2,15	2,20	2,35	2,45		
1,75	1,925	2,035	2,20	2,25	2,40	2,50		
1,80	1,975	2,085	2,25	2,30	2,40	2,55		
1,85	2,020	2,130	2,30	2,35	2,50	2,60		
1,90	2,075	2,185	2,35	2,40	2,55	2,65		
1,95	2,120	2,230	2,40	2,45	2,60	2,70		
2,00	2,175	2,285	2,45	2,50	2,65	2,75		
2,10	2,275	2,385	2,55	2,60	2,75	2,85		
2,20	2,375	2,485	2,65	2,70	2,85	2,95		
2,30	2,480	2,590	2,75	2,80	2,95	3,05		
2,40	2,580	2,690	2,85	2,90	3,05	3,15		
2,50	2,680	2,790	2,95	3,00	3,15	3,25		
2,60	2,780	2,890	3,05	3,10	3,25	3,35		
2,70	2,880	2,990	3,15	3,20	3,35	3,45		
2,80	2,980	3,090	3,25	3,30	3,45	3,55		
2,90	3,080	3,190	3,35	3,40	3,55	3,65		
3,00	3,180	3,290	3,55	3,55	3,65	3,85		
3,10		3,44	3,65	3,65	3,75	3,95		
3,20		3,54	3,75	3,75	3,85	4,05		
3,30		3,64	3,85	3,85	3,95	4,15		
3,40		3,74	3,95	3,95	4,05	4,25		
3,50		3,84	4,05	4,05	4,15	4,35		
3,60		3,94	4,16	4,16	4,26	4,45		
3,80		4,14	4,36	4,36	4,45	4,65		
4,00		4,34	4,56	4,56	4,65	4,95		
4,20		4,65	4,76	4,76	4,85	5,15		
4,50		4,95	5,07	5,07	5,17	5,47		
4,80		5,25	5,37	5,37	5,47	5,77		
5,00		5,45	5,57	5,57	5,67	5,97		
5,20		5,66	5,77	5,77	5,87	6,17		
5,50		5,96	6,07	6,07	6,15	6,47		
5,80		6,26	6,37	6,37	6,47	6,77		
6,00		6,46	6,57	6,57	6,67	6,97		

În tabelul 1.4 a sînt indicate dimensiunile conductoarelor de cupru dreptunghiulare, iar în tabelul 1.4 b sînt indicate dimensiunile izolației de bumbac pentru diferite conductoare cu secțiune dreptunghiulară.

Conductoarele izolate cu mătase sînt folosite mai rar în construcția aparatelor electrice.

Conductoarele izolate cu email se fabrică în mai multe variante:

— EM (poliamidic) — cu stabilitate termică conform clasei A (105°C) și proprietăți mecanice bune; se execută în gama de diametre 0,8 ... 1,5 mm și izolație de grad 1 conform tabelelor 1.5 a și 1.5 b;

— EM (polivinilformal) — cu stabilitate termică 105°C, din gama de diametre de la 0,06 la 3 mm, în două grade de izolație;

— ES (poliuretanic) — cu stabilitate termică 105°C, în gama de diametre de la 0,06 la 3 mm; emailul se topește la temperatura ciocanului de lipit astfel că se poate lipi fără îndepărtarea prealabilă a izolației; se execută în două grade de izolație;

— ET (tereftalic) — cu stabilitatea termică 155°C, în gama de diametre de la 0,06 la 3 mm, în două grade de izolație;

— ETS (poliesterimidic) — cu stabilitate termică 155°C, în gama de diametre de la 0,06 la 3 mm, în două grade de izolație;

— EMA și ESA cu stabilitate termică 105°C, în gama de diametre 0,06 la 0,4 mm.

Izolația cuprinde un strat de bază din polivinilformal sau poliuretan și un strat de suprafață din material termoplastic (termoaderent). La încălzirea conductoarelor, la o temperatură de 100°C, stratul de la suprafață termoaderent se topește și asigură aderența spirelor una de cealaltă fără a mai fi nevoie de o impregnare suplimentară.

În tabelul 1.5 a sînt indicate dimensiunile conductoarelor rotunde de cupru cu izolație de grad 1 (simplă) și de grad 2 (dublă), precum și ale conductoarelor cu strat termoaderent. Dimensiunile din acest tabel corespund normelor internaționale.

SÎRME DREPTUNGHIULARE DIN CUPRU

Tabelul 1.4 a

b \ a	0,8	0,9	1	1,06	1,12	1,18	1,25	1,32	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,12	2,24	2,36	2,5	2,65	2,8	3	3,15	3,35	3,55	3,75	4	4,25	4,5	4,75	5	5,3	5,6	6	6,3	7,1	8	9	10	11,2	a / b
2	1,46	1,63	1,79	1,90	2,03	2,14	2,39	2,42	2,59	—	3,00	—	3,25	—	3,64																										2
2,12	1,56	1,73	1,91	2,03	2,16	—	2,44	2,59	2,75	—	3,18	3,24	3,45	—	—	4,14																									2,12
2,24	1,66	1,84	2,03	2,16	2,29	2,43	2,59	2,74	2,92	3,14	3,37	3,65	3,67	—	4,12	—	4,64																								2,2
2,36	1,75	1,95	2,14	—	2,43	—	2,73	—	3,09	—	3,56	—	—	—	—	—	—																								2,36
2,5	1,86	2,08	2,29	2,44	2,59	2,74	2,91	3,09	3,29	3,54	3,79	3,89	4,14	4,39	4,64	4,94	—	5,35	5,70																						2,5
2,65	1,98	2,21	2,44	2,6	2,75	—	3,10	3,29	3,50	—	4,03	4,14	4,41	4,67	—	5,26	5,58	5,70	—	6,47																					2,65
2,8	2,13	2,35	2,59	2,75	2,92	3,09	3,29	3,48	3,71	3,98	4,27	4,40	4,68	4,96	5,24	5,58	5,90	6,05	6,45	—	7,30																				2,8
3,0	2,26	2,53	2,79	2,97	3,15	—	3,54	3,75	3,09	—	4,59	4,74	5,04	5,34	5,64	6,00	6,38	6,52	—	7,40	7,85	—																			3
3,15	2,38	2,66	2,94	3,12	3,31	3,50	3,72	3,94	4,20	4,57	4,83	4,99	5,31	5,62	5,94	6,32	6,69	6,85	7,32	7,80	8,26	8,90	9,37																		3,15
3,35	2,54	2,84	3,13	—	3,54	—	3,97	—	4,47	—	5,14	—	5,67	—	6,34	—	7,14	—	—	—	—	—	10,0	—																	3,35
3,55	2,73	3,02	3,34	3,55	3,76	3,97	4,22	4,47	4,76	5,11	5,47	5,67	6,03	6,38	6,74	7,16	7,59	7,83	8,33	8,92	9,39	—	10,7	11,4	12,1																3,55
3,75	2,86	3,20	3,54	3,76	3,99	—	4,47	4,74	5,04	—	5,79	6,16	6,39	6,76	7,14	7,60	8,04	8,32	8,83	9,46	10,0	—	11,3	12,0	12,8	13,3															3,75
4	3,06	3,43	3,79	4,03	4,27	4,50	4,79	5,07	5,39	5,78	6,19	6,44	6,87	7,24	7,64	8,18	8,50	8,91	9,45	10,1	10,7	—	12,1	12,9	13,7	14,2	15,1														4
4,25	3,26	3,65	4,03	—	4,54	—	5,10	—	5,73	—	6,58	—	7,29	—	8,14	—	9,16	—	10,1	—	11,3	—	—	—	—	—	16,2	—													4,25
4,5	3,46	3,88	4,29	4,56	4,83	5,09	5,41	5,73	6,09	6,53	6,98	7,29	7,74	8,19	8,64	9,18	9,72	10,1	10,7	11,4	12,7	12,9	13,7	14,5	15,4	16,0	16,7	18,3	19,3												4,5
4,75	3,66	4,10	4,54	4,82	5,11	—	5,72	6,06	6,44	—	7,39	7,71	8,19	8,66	9,14	9,76	10,3	10,7	11,3	12,0	12,8	—	14,4	15,3	16,3	17,0	—	19,3	—	21,7											4,75
5	3,86	4,33	4,79	5,09	5,39	5,68	6,04	6,39	6,79	7,28	7,79	8,14	8,64	9,14	9,64	10,2	10,8	11,3	12,0	12,7	13,5	14,5	15,2	16,2	17,2	17,9	19,1	20,4	21,6	—	24,1										5
5,3	4,10	4,60	5,08	—	5,72	—	6,41	—	7,20	—	8,26	—	9,18	--	10,2	—	11,5	—	12,7	—	14,3	—	16,1	—	18,3	—	—	—	—	—	25,6	—									5,3
5,6	4,34	4,87	5,39	5,72	6,06	6,39	6,79	7,18	7,83	8,18	8,75	9,16	9,72	10,3	10,8	11,5	12,2	12,7	13,5	14,3	15,1	16,2	17,1	18,2	19,3	20,1	21,5	22,9	24,2	25,7	27,6	28,8	30,5								5,6
6	4,66	5,23	5,79	6,15	6,51	—	7,29	7,70	8,19	—	9,39	10,0	10,4	11,2	11,6	12,3	13,1	13,7	14,4	15,4	16,3	—	18,3	19,6	20,8	21,6	23,1	24,6	26,0	27,6	—	30,9	—	35,7							6
6,3	4,90	5,50	6,09	6,46	6,84	7,22	7,66	8,10	8,61	9,23	9,87	10,4	11,0	11,6	12,2	13,0	13,8	14,3	15,2	16,2	17,1	18,3	19,3	20,6	21,8	22,8	24,3	25,9	27,5	29,0	30,6	32,5	34,4	36,9	38,8						6,3
6,7		5,86	6,48	—	7,29	—	8,16	—	9,16	—	10,5	—	11,7	—	13,0	—	14,7	—	16,2	—	18,2	—	20,6	—	23,2	—	25,9	—	29,3	—	—	—	—	—	—						6,7
7,1		6,22	6,89	7,37	7,74	8,16	8,66	9,16	9,73	10,4	11,2	11,7	12,4	13,1	13,8	14,7	15,5	16,2	17,2	18,3	19,3	20,7	21,8	23,2	24,7	25,8	27,5	29,3	31,1	32,9	34,6	36,8	38,9	41,7	43,8	49,5					7,1
7,5			7,29	7,73	8,19	—	9,16	9,68	10,3	—	11,8	12,3	13,1	13,8	14,6	15,5	16,4	17,1	18,2	19,4	20,5	—	23,1	24,6	26,1	27,3	29,1	31,0	32,9	34,8	36,6	38,9	41,1	44,1	46,3	52,4					7,5
8			7,79	8,27	8,75	9,22	9,79	10,4	11,0	11,8	12,6	13,2	14,0	14,8	15,6	16,6	17,6	18,3	19,5	20,7	21,9	23,4	24,6	26,3	27,9	29,1	31,1	33,1	35,1	37,1	39,1	41,5	43,9	47,1	49,5	55,9	63,1				8
8,5			8,29	8,80	9,31	—	10,4	11,0	11,7	—	13,4	14,0	15,0	15,7	16,6	17,6	18,7	19,5	20,7	22,0	23,3	—	26,2	28,0	29,6	31,0	33,1	35,2	37,4	39,5	—	44,2	46,7	50,1	52,7	59,3	67,1				8,5
9			8,79	9,33	9,87	10,4	11,0	11,7	12,4	13,3	14,2	14,9	15,8	16,7	17,6	18,7	19,8	20,7	22,0	23,3	24,7	26,4	27,8	29,6	31,4	32,9	35,1	37,4	39,6	41,9	44,1	46,8	49,5	53,1	55,8	63,0	71,1	80,1			9
9,5				—	—	—	11,7	—	13,1	—	15,8	—	16,7	—	18,6	—	20,9	—	23,2	—	26,0	—	29,4	—	33,2	—	37,1	—	41,9	—	46,6	—	52,3	—	—	—	—	—			9,5
10					11,0	—	12,3	13,0	13,8	14,8	15,8	16,6	17,6	18,6	19,6	20,8	22,0	23,0	24,5	26,0	27,5	29,5	30,9	33,0	35,0	36,6	39,1	41,6	44,1	46,6	49,1	52,1	55,1	59,1	62,1	70,1	79,1	89,1	99,1		10
10,6						—	—	13,8	14,6	—	16,8	17,6	18,7	19,7	20,8	22,1	23,4	24,4	26,0	27,6	29,1	—	32,8	35,0	37,1	38,9	41,5	44,2	46,8	49,5	52,1	55,3	58,5	62,7	65,9	74,3	83,9	94,6	—		10,6
11,2						—	13,8	14,6	15,5	16,6	17,7	18,7	19,8	20,9	22,0	23,4	24,7	25,9	27,5	29,1	30,8	33,0	34,7	37,0	39,2	41,1	43,9	46,7	49,5	52,3	55,1	58,5	61,9	66,3	69,7	78,7	88,7	100	111	125	11,2
11,8								—	—	—	18,7	—	20,9	—	23,2	—	26,1	—	29,0	—	32,5	—	36,6	—	41,3	—	46,3	—	52,2	—	58,1	—	65,2	—	--	—	—	—	—	—	11,8
12,5									17,3	18,5	19,8	20,9	22,1	23,4	24,6	26,1	27,6	29,8	30,7	32,6	34,5	37,0	38,8	41,3	43,8	46,0	49,1	52,3	55,4	58,5	61,6	65,4	69,1	74,1	77,8	87,9	99,1	112	124	139	12,5
13,2										—	20,9	22,0	23,4	24,7	26,0	27,6	29,2	30,7	32,4	34,6	36,4	—	41,0	43,7	46,3	48,7	51,9	55,2	58,5	61,8	65,1	69,1	73,1	78,3	82,9	92,8	105	118	—		13,2
14											22,2	23,4	24,8	26,2	27,6	29,3	31,0	32,5	34,5	36,6	38,7	41,4	43,6	46,4	49,2	52,0	55,1	58,6	62,1	65,6	69,1	73,3	77,5	83,1	87,3	98,5	111	125	139		14
15												—	26,6	28,1	29,6	31,4	33,2	34,8	37,0	39,2	41,5	—	46,7	49,7	52,7	55,3	59,1	62,9	66,6	70,3	74,1	78,6	83,1	89,1	93,7	106	119	134	149		15
16													28,4	—	31,6	33,6	35,5	37,2	39,5	41,8	44,3	47,5	49,9	53,0	56,3	59,1	63,1	67,1	71,1	75,1	79,1	83,9	88,7	95,1	100	113	127				16
17														31,9	—	35,6	37,7	39,5	—	44,5	47,1	—	53,0	56,4	59,9	62,9	—	71,4	75,6	79,8	—	89,2	94,3	101	106	120	135				17
18															35,6	37,7	40,0	41,9	44,5	47,2	49,9	—	56,2	59,8	63,4	66,6	71,1	75,6	80,1	84,6	89,1	94,6	100	107	112	127	143				18
19																—	42,2	44,2	—	49,7	52,7	—	59,3	63,1	66,9	70,4	—	79,8	84,6	89,3	—	100	106	113	119	134	151				19
20																	44,4	—	49,5	52,5	—	59,5	62,5	—	70,5	—	79,1	—	89,1	—	99,1	—	111	119	125	141	159				20
22																			—	—	61,1	—	68,8	73,1	77,5	81,6	—	92,6	98,1	104	109	116	122	131	138	155					22
25																					69,5	74,5	78,2	83,2	88,2	92,9	99,1	105	112	118	124	132	139	149	157						25
26,5																						—	83,0	88,2	93,5	98,5	—	111	118	125	—	140	147	158							26,5
28																							87,7	93,2	98,9	104	111	118	125	132	139	148	156	167							28
30																								—	106	112	119	127	134	142	149	158	167								30
32																										119	127	135	143	151											32
36																											143	152	161	170											36
b / a	0,8	0,9	1	1,06	1,12	1,18	1,25	1,32	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,12	2,24	2,36	2,5	2,65	2,8	3	3,15	3,35	3,55	3,75	4	4,25	4,5	4,75	5	5,3	5,6	6	6,3	7,1	8	9	10	11,2	b / a

Observații: 1. Cifrele înscrise cu caractere groase vor fi preferate, celelalte se vor evita în limita posibilităților.
2. Dimensiunile corespunzătoare căsuțelor prevăzute cu o linie nu se vor folosi.
3. Secțiunile sînt calculate ținînd seama de teșiturile și rotunjirile nominale ale colțurilor.

Grosimile izolației de bumbac pentru conductoare cu secțiune dreptunghiulară

Materialul izolant	Natura izolației	Simbol	Raportul lățime: grosime	Creșterea în lățime [b_1—b] și în grosime [a_1—a] datorită stratului izolant. Valori maxime					
				Secțiunea profilului neizolat [nominal] mm²					
				Pînă la 10		Peste 10 pînă la 30		Peste 30 pînă la 120	
				Lățimea	Grosimea	Lățimea	Grosimea	Lățimea	Grosimea
Bumbac	1 × înfășurare	B	pînă la 2 : 1	0,15	(0,15)	0,15	(0,15)	0,20	(0,20)
			2 : 1 ... 4 : 1		(0,16)		(0,16)		(0,22)
			peste 4 : 1		(0,18)		(0,18)		(0,24)
	2 × înfășurare	2 B	pînă la 2 : 1	0,30	0,30	0,30	0,30	0,40	0,40
			2 : 1 ... 4 : 1		0,32		0,32		0,43
			peste 4 : 1		0,35		0,35		0,47
	3 × înfășurare	3 B	pînă la 2 : 1	0,41	0,41	0,53	0,53	0,54	0,54
			2 : 1 ... 4 : 1		0,43		0,55		0,55
			peste 4 : 1		0,46		0,58		0,58
	1 × împletitură	T	pînă la 2 : 1	0,45	(0,45)	0,50	(0,50)	0,60	(0,60)
			2 : 1 ... 4 : 1		(0,47)		(0,53)		(0,62)
			peste 4 : 1		(0,50)		(0,55)		(0,65)
	1 × înfășurare 1 × împletitură	BT	pînă la 2 : 1	0,73	0,73	0,73	0,73	0,75	0,75
			2 : 1 ... 4 : 1		0,76		0,76		0,77
			peste 4 : 1		0,80		0,80		0,80
	2 × înfășurare 1 × împletitură	2 BT	pînă la 2 : 1	—	—	0,88	0,88	0,88	0,88
			2 : 1 ... 4 : 1		—		0,92		0,92
			peste 4 : 1		—		0,96		0,96

Tabelul 1.5 a

Conductoare rotunde de cupru emailate

Diametrul nominal al conductorului, *d* mm	Abateri limită la diametrul nominal al conductorului mm	Diametrul exterior al conductorului emailat, în mm					
		fără strat termoaderent				cu strat termoaderent	
		Grad 1		Grad 2		Grad 1	Grad 2
		min	max	min	max	max	max
1	2	3	4	5	6	7	8
0,063	—	0,068	0,078	0,077	0,085	0,086	0,093
0,071		0,076	0,088	0,087	0,095	0,096	0,103
0,080		0,088	0,098	0,099	0,105	0,106	0,113
0,090	±0,03	0,098	0,110	0,109	0,117	0,118	0,125
0,100		0,109	0,121	0,121	0,129	0,131	0,139
0,112		0,122	0,134	0,135	0,143	0,145	0,154
0,125		0,135	0,149	0,147	0,159	0,161	0,171
0,140		0,152	0,166	0,164	0,176	0,178	0,188
0,160		0,173	0,187	0,185	0,199	0,201	0,213
0,180		0,195	0,209	0,206	0,222	0,225	0,238
0,200		0,216	0,230	0,227	0,245	0,248	0,263
0,224		0,242	0,256	0,252	0,272	0,275	0,291
0,250		0,268	0,284	0,279	0,301	0,304	0,321
0,280	±0,004	0,301	0,315	0,310	0,334	0,338	0,357
0,315		0,336	0,352	0,349	0,371	0,375	0,394
0,355		0,377	0,395	0,392	0,414	0,418	0,437
0,400	±0,005	0,424	0,442	0,438	0,462	0,468	0,486
0,450		0,475	0,495	0,490	0,516	0,530	0,541
0,500		0,526	0,548	0,543	0,569	0,573	0,594
0,560	±0,006	0,587	0,611	0,606	0,632	0,636	0,657
0,630		0,658	0,648	0,678	0,706	0,710	0,732
0,710	±0,007	0,739	0,767	0,762	0,790	0,795	0,818
0,750	±0,008	0,779	0,809	0,802	0,832	0,837	0,860
0,800		0,829	0,861	0,853	0,885	0,890	0,914
0,850	±0,009	0,879	0,913	0,905	0,937	0,942	0,966
0,900		0,929	0,965	0,956	0,990	0,995	1,020
0,950	±0,010	0,979	1,017	1,007	1,041	1,047	1,071
1,000		1,030	1,068	1,059	1,093	1,098	1,123
1,060	±0,011	1,090	1,130	1,121	1,155	1,160	1,185
1,120		1,150	1,192	1,181	1,217	1,222	1,247
1,180	±0,012	1,210	1,254	1,241	1,279	1,284	1,309
1,250	±0,013	1,281	1,325	1,313	1,351	1,356	1,382
1,320		1,351	1,397	1,385	1,423	1,428	1,454
1,400	±0,014	1,433	1,479	1,466	1,506	1,511	1,538
1,500	±0,015	1,533	1,581	1,568	1,608	1,613	1,640
1,600	+0,016	1,633	1,683	1,669	1,711	1,717	1,745
1,700	±0,017	1,733	1,785	1,771	1,813	1,819	1,847

1	2	3	4	5	6	7	8
1,800	±0,018	1,832	1,888	1,870	1,916	1,922	1,950
1,900	±0,019	1,932	1,990	1,972	2,018	2,024	2,052
2,000	±0,020	2,032	2,092	2,074	2,120	2,126	2,154
2,120	±0,021	2,154	2,214	2,195	2,243	—	—
2,240	±0,022	2,274	2,336	2,316	2,366	—	—
2,360	±0,024	2,393	2,459	2,436	2,488	—	—
2,500	±0,025	2,533	2,601	2,577	2,631	—	—
2,650	±0,027	2,682	2,754	2,728	2,784	—	—
2,800	±0,028	2,831	2,907	2,878	2,938	—	—
3,000	±0,030	3,030	3,110	3,078	3,142	—	—

În tabelul 1.5 b sînt indicate dimensiunile vechi, care sînt tolerate a fi utilizate la fabricarea conductoarelor.

Conductoarele dreptunghiulare izolate cu email se fabrică acoperite cu lac PET (poliesteric), cu o stabilitate termică de 155°C și secțiuni pînă la 40 mm². Dimensiunile acestor conductoare sînt indicate în tabelul 1.6.

Tabelul 1.5 b

Conductoare rotunde de cupru emailate. Dimensiuni

(Diametre admise dar nerecomandate)

Diametrul nominal al conductorului, *d* mm	Abateri limită la diametrul nominal al conductorului mm	Diametrul exterior al conductorului emailat mm					
		fără strat termoaderent				cu strat termoaderent	
		Grad 1		Grad 2		Grad 1	Grad 2
		min	max	min	max	max	max
1	2	3	4	5	6	7	8
0,060	—	0,065	0,075	0,074	0,082	—	—
0,070		0,076	0,086	0,087	0,093	—	—
0,085	±0,003	0,093	0,103	0,101	0,111	—	—
0,120		0,130	0,144	0,144	0,152	—	—
0,130		0,141	0,155	0,154	0,164	—	—
0,150		0,163	0,177	0,174	0,188	0,189	0,200
0,170		0,184	0,198	0,196	0,210	—	—
0,190		0,205	0,219	0,216	0,232	—	—
0,210		0,226	0,240	0,237	0,255	—	—
0,220		0,236	0,252	0,249	0,267	0,270	0,283
0,230	±0,004	0,247	0,263	0,260	0,278	—	—
0,240		0,257	0,273	0,271	0,289	—	—
0,260		0,278	0,294	0,289	0,311	—	—
0,270		0,289	0,305	0,301	0,323	—	—
0,290		0,311	0,325	0,320	0,344	—	—
0,300		0,322	0,336	0,333	0,355	0,358	0,371

Tabelul 1.5 b (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8
0,320		0,343	0,357	0,353	0,377	—	—
0,330		0,353	0,367	0,363	0,387	—	—
0,340		0,363	0,379	0,376	0,398	—	—
0,350		0,372	0,390	0,385	0,409	0,411	0,432
0,360		0,384	0,400	0,396	0,420	—	—
0,370		0,394	0,410	0,406	0,430	—	—
0,380		0,403	0,421	0,417	0,441	—	—
0,390	±0,005	0,413	0,431	0,427	0,451	—	—
0,410		0,434	0,452	0,448	0,472	—	—
0,420		0,446	0,462	0,461	0,483	—	—
0,430		0,456	0,472	0,470	0,495	—	—
0,440		0,466	0,482	0,481	0,503	—	—
0,460		0,485	0,505	0,500	0,526	—	—
0,470		0,495	0,515	0,510	0,536	—	—
0,480		0,505	0,527	0,524	0,546	—	—
0,520		0,546	0,570	0,566	0,592	—	—
0,530	±0,006	0,556	0,580	0,576	0,602	—	—
0,550		0,576	0,600	0,596	0,622	—	—
0,570		0,597	0,621	0,616	0,642	—	—
0,580		0,606	0,634	0,628	0,654	—	—
0,600		0,626	0,654	0,648	0,674	—	—
0,620		0,648	0,674	0,668	0,696	—	—
0,650		0,677	0,705	0,700	0,726	—	—
0,670	±0,007	0,697	0,725	0,720	0,746	—	—
0,680		0,707	0,735	0,730	0,756	—	—
0,700		0,738	0,756	0,751	0,778	—	—
0,930	+0,010	0,959	0,997	0,987	1,021	—	—
1,050	+0,011	1,080	1,119	1,111	1,143	—	—
1,100		1,130	1,171	1,161	1,195	—	—
1,150	±0,012	1,182	1,222	1,212	1,248	—	—
1,200	±0,013	1,290	1,274	1,262	1,300	—	—
1,300		1,331	1,376	1,364	1,402	—	—
1,350	±0,014	1,382	1,428	1,415	1,455	—	—
1,450	±0,015	1,482	1,530	1,518	1,556	—	—
1,550	±0,016	1,583	1,633	1,619	1,660	—	—
1,650	±0,017	1,683	1,735	1,720	1,762	—	—
1,750	±0,018	1,782	1,838	1,820	1,868	—	—
1,850	+0,019	1,882	1,940	1,921	1,967	—	—
1,950	+0,020	1,982	2,042	2,023	2,069	—	—
2,100	+0,021	2,134	2,194	2,175	2,223	—	—
2,200	+0,022	2,234	2,296	2,276	2,326	—	—
2,300	+0,023	2,333	2,399	2,376	2,428	—	—
2,400	+0,024	2,433	2,499	2,476	2,528	—	—
2,600	+0,026	2,632	2,704	2,678	2,734	—	—
2,700	+0,027	2,732	2,804	2,778	2,834	—	—
2,900	+0,028	2,931	3,007	2,978	3,038	—	—

CONDUCTOARE DREPTUNGHIULARE DE CUPRU IZOLATE CU EMAIL

Tabelul 1.6

a \ b	Grosimea, mm																															
	0,80	0,90	1,00*	(1,06)	1,12*	(1,18)	1,25*	(1,32)	1,40*	(1,50)	1,60*	(1,70)	1,80*	(1,90)	2*	(2,12)	2,24*	(2,36)	2,5*	(2,65)	2,8*	(3)	3,15*	(3,35)	3,55*	3,75	4*	(4,25)	4,5*	(4,75)	5*	(5,3)	5,6*
2*																																	
(2,12)*				—		—		—		—											Nu se recomandă												
2,24																																	
(2,36)				—		—		—		—		—									Raport lățime/grosime < 1,4:1												
2,5*																																	
(2,65)				—		—		—		—		—		—																			
2,8*																																	
(3)				—		—		—		—		—		—		—																	
3,15*																																	
(3,35)				—		—		—		—		—		—		—		—															
3,55*																																	
3,75				—		—		—		—		—		—		—		—		—													
4*																																	
(4,25)				—		—		—		—		—		—		—		—		—		—											
4,5*																																	
(4,75)				—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—									
5*																																	
(5,3)				—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—							
5,6*																																	
(6)				—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—					
6,3*																																	
(6,7)				—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—			
7,1*																																	
(7,5)				—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—	
8*																																	
(8,5)				—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—	
9*																																	
(9,5)						—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—	
10*		Nu se recomandă																															
(10,6)								—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—	
11,2*		Raport lățime/grosime > 8:1																															
(11,8)										—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—	
12,5*																																	
(13,2)												—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—	

Notă: Se recomandă dimensiunile cu asterisc

Tabelul 1.7

Conductoare de cupru rotunde cu izolație din fire de sticlă

Diametrul nominal al conductorului *d* mm	Creșterea minimă în diametru *D—d*, mm		Diametrul maxim *D*, mm		Masa aproximativă kg/km	
	tip 2S	tip E2S	tip 2S	tip E2S	tip 2S	tip E2S
0,90	0,15	0,19	1,14	1,20	6,34	6,47
0,95	0,15	0,19	1,19	1,25	7,03	7,16
1,00	0,15	0,205	1,24	1,32	7,74	7,92
1,05	0,15	0,205	1,29	1,37	8,50	8,69
1,10	0,15	0,205	1,34	1,42	9,28	9,48
1,15	0,15	0,205	1,39	1,47	10,09	10,31
1,20	0,15	0,205	1,44	1,52	10,99	11,21
1,25	0,15	0,205	1,49	1,57	11,83	12,06
1,30	0,15	0,205	1,54	1,62	12,76	13,00
1,35	0,15	0,205	1,595	1,675	13,70	13,95
1,40	0,15	0,205	1,645	1,725	14,73	14,99
1,45	0,15	0,205	1,695	1,775	15,76	16,03
1,50	0,15	0,205	1,745	1,825	16,79	17,07
1,55	0,15	0,205	1,795	1,875	17,93	18,22
1,60	0,15	0,205	1,845	1,925	19,06	19,36
1,65	0,15	0,205	1,895	1,975	20,20	20,50
1,70	0,15	0,205	1,95	2,03	21,43	21,74
1,75	0,15	0,205	2,00	2,08	22,66	22,98
1,80	0,15	0,21	2,05	2,14	23,89	24,26
1,85	0,15	0,21	2,10	2,19	25,24	25,62
1,90	0,15	0,21	2,15	2,24	26,58	26,97
1,95	0,15	0,21	2,20	2,29	28,00	28,4
2,00	0,15	0,22	2,25	2,35	29,43	29,89
2,10	0,15	0,22	2,35	2,45	32,31	32,79
2,20	0,15	0,22	2,45	2,55	35,37	35,88
2,30	0,15	0,22	2,55	2,65	38,65	39,18
2,40	0,15	0,22	2,655	2,755	42,02	42,57
2,50	0,15	0,22	2,755	2,855	45,48	46,06
2,60	0,15	0,22	2,855	2,955	49,16	49,76
2,70	0,15	0,225	3,01	3,115	52,91	53,56
2,80	0,15	0,225	3,11	3,215	56,8	57,47
2,90	0,15	0,23	3,21	3,32	60,84	61,58
3,00	0,15	0,23	3,315	3,425	65,02	55,78
3,10	0,15	—	3,415	—	69,4	—
3,20	0,15	—	3,515	—	73,86	—
3,30	0,18	—	3,615	—	78,43	—
3,40	0,18	—	3,715	—	83,2	—
3,50	0,18	—	3,815	—	88,07	—
3,60	0,18	—	3,915	—	93,15	—
3,80	0,18	—	4,12	—	103,79	—

Tabelul 1.7 (continuare)

Diametrul nominal al conductorului d mm	Creşterea minimă în diametru D—d, mm		Diametrul maxim D, mm		Masa aproximativă kg/km	
	tip 2S	tip E2S	tip 2S	tip E2S	tip 2S	tip E2S
4,00	0,18	—	4,32	—	114,32	—
4,20	0,18	—	4,525	—	125,94	—
4,50	0,18	—	4,825	—	145,16	—
4,80	0,18	—	5,13	—	164,37	—
5,00	0,18	—	5,33	—	178,51	—
5,20	0,18	—	5,54	—	192,63	—
5,50	0,18	—	5,84	—	214,84	—
5,80	0,18	—	6,14	—	239,06	—
6,00	0,18	—	6,345	—	256,19	—

Conductoarele rotunde izolate cu două straturi de fire de sticlă de tip 2S au o stabilitate termică de 155°C. Conductoarele de tip 2 SSc au o stabilitate termică de 180°C. Dimensiunile acestor conductoare sînt indicate în tabelul 1.7.

Conductoarele dreptunghiulare izolate cu două straturi de fibre de sticlă de tip P2S au o stabilitate termică de 155°C şi se fabrică în secţiuni pînă la 80 mm^2. Conductoarele de tip P_2 SSi au o stabilitate termică de 180°C.

Dimensiunile conductoarelor dreptunghiulare izolate cu fire de sticlă sînt indicate în tabelul 1.8.

Conductoarele de bobinaj se livrează bobinate pe mosoare sau în colaci (la secţiuni mari).

1.2.2. *Conductoare folosite pentru legături electrice*

Pentru legarea la borne a bobinelor confecţionate din conductoare subţiri (în general sub 0,6 mm diametru) sau pentru legarea la borne a bobinelor supuse la şocuri violente se folosesc conductoare de cupru foarte flexibile. Aceste conductoare pot fi neizolate şi izolate cu policlorură de vinil PVC sau cauciuc siliconic. În tabelul 1.9 sînt date dimensiunile conductoarelor foarte flexibile

DIMENSIUNILE CONDUCTOARELOR DREPTUNGHIULARE DE CUPRU IZOLATE CU DOUĂ ÎNFĂȘURĂRI DIN FIRE DE STICLĂ

Tabelul 1.8

Grosimea nominală, mm	Lățimea conductorului de cupru, mm																											
	2,1	2,26	2,44	2,63	2,83	3,05	3,28	3,53	3,8	4,1	4,2	4,4	4,5	4,7	5,1	5,5	5,9	6,4	6,9	7,4	8	8,5	9,3	10	10,8	11,6	12,5	13,5
0,83	0,305	—	—	—	—	—	—	0,355	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—										
0,90	0,305	0,305	0,305	0,305	0,33	—	—	—	0,355	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—									
1,00	0,305	0,305	0,305	0,305	0,33	0,33	0,355	0,355	0,355	0,355	—	0,355	—	0,38	0,38	0,38	0,41	0,41	0,41	0,435	0,435		Raport lățime/grosime < 8					
1,08	0,305	0,305	0,305	0,305	0,33	0,33	0,355	0,355	0,355	0,355	—	0,355	—	0,38	0,38	0,38	0,41	0,41	0,41	0,435	0,435	0,46						
1,16	0,305	0,305	0,305	0,305	0,33	0,33	0,355	0,355	0,355	0,355	—	0,355	—	0,38	0,38	0,38	0,41	0,41	0,41	0,435	0,435	0,46	0,46					
1,25	0,305	0,305	0,305	0,305	0,33	0,33	0,355	0,355	0,355	0,355	—	0,355	—	0,38	0,38	0,38	0,41	0,41	0,41	0,435	0,435	0,46	0,46	0,46				
1,35	0,305	0,305	0,305	0,305	0,33	0,33	0,355	0,355	0,355	0,355	—	0,355	—	0,38	0,38	0,38	0,41	0,41	0,41	0,435	0,435	0,46	0,46	0,46	0,46			
1,45	0,305	0,305	0,305	0,305	0,33	0,33	0,355	0,355	0,355	0,355	—	0,355	—	0,38	0,38	0,38	0,41	0,41	0,41	0,435	0,435	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46		
1,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,46	—	—	0,46	
1,56		0,305	0,305	0,305	0,33	0,33	0,355	0,355	0,355	0,355	—	0,355	—	0,38	0,38	0,38	0,41	0,41	0,41	0,435	0,435	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	
1,68			0,305	0,305	0,33	0,33	0,355	0,355	0,355	0,355	—	0,355	—	0,38	0,38	0,38	0,41	0,41	0,41	0,435	0,435	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
1,81				0,305	0,33	0,33	0,355	0,355	0,355	0,355	—	0,355	—	0,38	0,38	0,38	0,41	0,41	0,41	0,435	0,435	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
1,95					0,33	0,33	0,355	0,355	0,355	0,355	—	0,355	—	0,38	0,38	0,38	0,41	0,41	0,41	0,435	0,435	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
2,00					—	—	—	—	—	—	—	—	0,355	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,46	—	—	0,46	—
2,10						0,33	0,355	0,355	0,355	0,355	—	0,355	—	0,38	0,38	0,38	0,41	0,41	0,41	0,435	0,435	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
2,26							0,355	0,355	0,355	0,355	—	0,355	—	0,38	0,38	0,38	0,41	0,41	0,41	0,435	0,435	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
2,44								0,355	0,355	0,355	—	0,355	—	0,38	0,38	0,38	0,41	0,41	0,41	0,435	0,435	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
2,50									—	—	0,355	—	—	—	—	0,41	—	—	—	—	—	—	—	0,46	—	—	0,485	—
2,63									0,355	0,355	—	0,355	—	0,38	0,38	0,41	0,41	0,435	0,435	0,435	0,435	0,46	0,46	0,46	0,485	0,485	0,485	0,485
2,83										0,355	—	0,355	—	0,38	0,38	0,41	0,41	0,435	0,435	0,435	0,435	0,46	0,46	0,46	0,485	0,485	0,485	0,485
3,00											—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,46	—	—	0,485	—
3,05			Raport lățime/grosime > 1,4									0,355	—	0,38	0,38	0,41	0,41	0,435	0,435	0,435	0,435	0,46	0,46	0,46	0,485	0,485	0,485	0,485
3,28														0,38	0,38	0,41	0,41	0,435	0,435	0,435	0,435	0,46	0,46	0,46	0,485	0,485	0,485	0,485
3,53															0,38	0,41	0,41	0,435	0,435	0,435	0,435	0,46	0,46	0,46	0,485	0,485	0,485	0,485
3,80																0,41	0,41	0,435	0,435	0,435	0,435	0,46	0,46	0,46	0,485	0,485	0,485	0,485
4,00																	—	—	—	—	—	—	—	0,46	—	—	0,485	—
4,10																	0,41	0,435	0,435	0,435	0,435	0,46	0,46	0,46	0,485	0,485	0,485	0,485
4,40																		0,435	0,435	0,435	0,435	0,46	0,46	0,46	0,485	0,485	0,485	0,485
4,70																			0,435	0,435	0,435	0,46	0,46	0,46	0,485	0,485	0,485	0,485
5,00																				—	—	—	—	0,46	—	—	—	—
5,10																				0,435	0,435	0,46	0,46	0,46	0,485	0,485	0,485	0,485
5,50																					0,435	0,46	0,46	0,46	0,485	0,485	0,485	0,485
6,00																						0,46	0,46	0,46	0,485	0,485	0,485	0,485
6,50																							0,46	0.46	0,485	0,485	0,485	0,485

Notă: In conturul cu linia groasă este indicată grosimea maximă a izolației la conductoare profilate izolate cu 2 înfășurări din fire de sticlă P2S

Tabelul 1.9

Conductoare electrice foarte flexibile neizolate tip CffP

Secţiunea nominală mm²	Diametrul nominal al firelor mm	Diametrul maxim al conductorului mm	Masa informativă g/m	Curentul maxim admisibil A	Rezistenţa electrică maximă a conductorului Ω/km
0,09	0,05	0,6	0,94	1,7	222
0,18	0,05	0,8	1,88	3,2	110
0,35	0,05	1,1	3,65	6	56,7
0,5	0,05	1,3	5,20	8	39,4
0,7	0,07	1,5	7,30	10	28,4
1	0,07	1,8	10,40	13	19,4
1,6	0,07	2,2	16,70	18	12,4
2,5	0,07	2,7	26,10	24	8
4	0,10	3,3	41,60	30	5,07
6	0,10	4,2	62,60	38	3,29
10	0,10	5,3	104,00	50	1,99
16	0,10	6,7	167,00	70	1,25

neizolate de tip Cff P, iar în tabelul 1.10 a sînt date dimensiunile conductoarelor flexibile izolate în PVC de tip VLPy.

Conductoarele izolate cu PVC de tip Myff sînt indicate în tabelul 1.10 b. Aceste conductoare se pot folosi pînă la temperaturi de +70°C. În consecinţă nu pot fi folosite la bobinele supuse operaţiilor de impregnare. În plus nu pot fi folosite în condiţii de temperatură scăzută sub —10°C, deoarece există riscul ca izolaţia să devină sfărîmicioasă.

Conductoarele cu izolaţie din cauciuc siliconic de tip Fff sînt indicate în tabelul 1.11. Aceste conductoare pot fi folosite pînă la temperaturi de 180°C.

1.2.3. *Borne de racordare*

Bornele de racordare se confecţionează din cupru sau alamă de preferinţă argintate. Fixarea bornelor de legătură pe carcasa bobinei se face prin capsare, nituire, lipire sau cu şurub.

Tabelul 1.10 a

Conducte flexibile cu izolație de PVC tip VLPY

Secțiunea nominală a conductorului mm²	Grosimea izolației de cauciuc mm	Conducta VLPY		Conducta VLPYA		Destinație	
		Diametrul exterior d_2 mm	Masa kg/km	Diametrul exterior d_2' mm	Masa kg/km	VLPY	VLPYA
0,75	0,7	2,60	13,2	3,20	30,4	Pentru conexiuni în instalații de lumină semnalizare și pornire la autovehicule (j. tens.) În instalații de comandă și acționări sau automatizări precum și în inst. electr. interioare mobile pt. tensiuni de utilizare pînă la 660 V	Aceeași destinație ca la conducta VLPY atunci cînd se cere o protecție locală împotriva perturbațiilor radioelectrice
1	0,7	2,80	15,6	3,40	32,2		
1,5	0,8	3,20	22,4	3,80	43,4		
2,5	0,8	3,90	38,6	4,50	59,5		
4	1,0	5,00	56,3	5,60	73,6		

Tabelul 1.10 b

Conductoare de cupru cu izolație de PVC tip Myff

Secțiunea nominală mm²	Construcția			Rezistența electr. la 20°C Ω/km	Grosimea radială a izolației	Diametrul exterior al conductei mm	Masa informativă kg/km	Culoarea conductorului pentru folosire generală
	Numărul de fire	Diametrul unui fir mm	Diametrul conductorului de cupru mm					
0,75	19	0,23	1,22	24,70	0,8	2,8	15,30	galben
1,00	19	0,26	1,40	18,50	0,8	3,0	17,70	verde
1,50	19	0,32	1,65	12,70	0,8	3,3	24,00	roșu
2,50	35	0,30	2,25	7,60	0,9	4,1	42,90	negru
4,00	49	0,32	2,97	4,71	1,0	5,0	57,70	maron
6,00	49	0,40	3,69	3,14	1,0	5,7	82,70	alb
10,00	84	0,40	4,92	1,82	1,2	7,3	137,90	galben

Tabelul 1.11

Conducte de conexiuni cu izolație de cauciuc siliconic

Secțiunea nominală a conductei mm²	Grosimea radială a izolației de cauciuc siliconic minimă mm	Diametrul exterior al conductei construcție cupru-silicon mm
0,75	0,60	2,50
1,00	0,60	2,70
1,50	0,85	3,30
2,50	1,00	4,10
4,00	1,00	5,00
6,00	1,20	6,00
10,00	1,45	7,70

Legarea conductoarelor bobinei la borne se face prin lipire, cu aliaj de lipit pe bază de cositor, direct sau folosind conductoare flexibile.

În cazul aparatelor cu șocuri și vibrații puternice (contactoare mari, electromagneți), conductoarele de legătură se fixează mecanic pentru a evita solicitarea lipiturilor.

1.3. Materiale electroizolante aplicate între straturi

1.3.1. *Hîrtia*

Hîrtia folosită pentru izolația între straturile bobinelor trebuie să aibă următoarele caracteristici: grosime redusă, rigiditate dielectrică cît mai mare, absorbție mare a lacurilor de impregnare. Rolul hîrtiei este de a împiedica căderea firelor de pe straturile superioare peste cele de la fundul bobinei, precum și de a îmbunătăți calitatea bobinajului permițînd așezarea spirelor una lîngă cealaltă.

Hîrtia folosită este de două tipuri: hîrtie pergaminată tip A (STAS 2629-69) și hîrtie pelur (STAS 1346-69).

Hîrtia pergaminată se fabrică în coli sau suluri conform tabelului 1.12.

Tabelul 1.12

Hîrtie pergaminată tip A

Mod de fabricație	Masă specifică		Dimensiuni		
	g/m²	Abateri limită %	Formate mm × mm	Lățimi mm	Abateri limită
Coli	31,5	±5	650×960		La lungime și lățime ±4 mm
Suluri	31,5	±5		650 960	La lățime ±3 mm

Tabelul 1.13

Hîrtie pelur

Masă specifică		Dimensiuni	
		Lățimea sulului	
Valoare nominală g/m²	Abateri limită %	Valoare nominală mm	Abateri limită %
31,5	±5	400	±0,5% fără a depăși 4 mm

Hîrtia pelur se livrează numai în suluri avînd dimensiunile din tabelul 1.13.

Face parte din clasa de izolație A (STAS 6247-60).

1.3.2. *Cartonul electroizolant (preșpanul)*

Preșpanul este un material asemănător cartonului avînd proprietăți dielectrice foarte bune. Dimensiunile în care se livrează sînt indicate în tabelul 1.14.

Se fabrică în trei calități conform STAS 1746-68:

— tip C indicat pentru izolații de crestătură;

— tip M indicat pentru repere ștanțate;

— tip T indicat pentru transformatoare.

Rigiditatea dielectrică a preșpanului este indicată în tabelul 1.15.

În domeniul aparatelor electrice se folosește fie ca material izolant peste stratul exterior al bobinei fie ca material pentru confecționat carcase de bobine.

Tabelul 1.14

Carton electroizolant (preșpan)

Tip	Grosimi mm±5%	Formate mm+0,5%	Masa specifică g/m²
C	0,25 0,5	700×1000	337,5 675,0
M	0,25 0,5	700×1000	337,5 675,0
T	0,8 1 1,5 2	700×1000 800×1000	928,0 1160,0 1740,0 2320,0

Dezavantajul acestui material constă în faptul că absoarbe umiditatea din atmosferă fiind higroscopic. Pentru a îmbunătăți calitățile dielectrice, el se impregnează împreună cu bobina în lacuri sau rășini de impregnare. Face parte din clasa de izolație A (STAS 6247-60).

Tabelul 1.15

Rigiditatea dielectrică a preșpanului

Tip	Grosimi mm	În aer		În ulei
		Neîndoit kV/mm	Îndoit kV/mm	kV/mm
C	0,25 0,50	11 12	8 8	— —
M	0,25 0,50	10 11	6,5 6,5	— —
T	0,8 1 1,50 2	12 12 9 9	— — — —	38 31 18 17

1.3.3. *Țesături lăcuite*

Țesăturile lăcuite din mătase vegetală MNL-1 sau naturală MWL-1 se folosesc la izolarea exterioară a bobinelor.

Fiind transparente, sub stratul de țesătură lăcuită se poate introduce o etichetă pe care se marchează caracteristicile bobinei: tensiunea de alimentare, frecvența rețelei, numărul de spire al bobinei, diametrul sîrmei, tipul izolației etc.

Țesăturile se fabrică sub formă de sul cu lățimea de 900 ... 1000 mm sau benzi cu dimensiunile conform tabelului 1.16.

Tensiunea de străpungere a țesăturilor lăcuite este indicată în tabelul 1.17.

Fac parte din clasa de izolație A (105°C conform STAS 6247-60).

Tabelul 1.16

Țesături lăcuite

Simbol	Grosimea: Nominală mm	Toleranțe admisibile mm: Medii	Toleranțe admisibile mm: În puncte separate	Lățimea benzii mm					Lungimea benzii m
MNL-1	0,10	±0,015	±0,02						
	0,15	±0,02	±0,03						
SVL-1	0,15	±0,02	±0,03	10	15	20	25	30	50
	0,17	±0,02	±0,04	±0,5	±1	±1,5	±1,5	±2	±0,5
	0,20	±0,03	±0,05						
	0,24	±0,03	±0,05						

Tabelul 1.17

Tensiunea de străpungere a țesăturilor lăcuite

Tipul țesăturilor lăcuite	Grosimea nominală mm	Tensiunea de străpungere, kV					
		După ce au fost supuse 24 ore la temperatura de 20±5°C și umiditate relativă de 65±5%				După uscare 18 ore la temperatura 100±2°C, după îndoire	
		Înainte de îndoire		După îndoire			
		În medie	În puncte diferite	În medie	În puncte diferite	În medie	În puncte diferite
MNL-1	0,10	5	2,8	4,2	2,1	3	1,7
	0,15	7,5	4	6,3	3	4,5	2,4
MVL-1	0,15	4,2	1,8	2,7	0,9	2,1	0,7
	0,17	5	1,5	3,1	1	2,4	0,9
	0,20	6	2	3,6	1,2	2,8	1,1
	0,24	7,8	2	4,4	1,4	3,4	1,3

1.3.4. *Banda izolatoare cu strat adeziv (scoci)*

Banda izolatoare cu strat adeziv poate fi executată din policlorură de vinil sau acetat de celuloză. Pe una din fețe se aplică un strat adeziv care se usucă foarte greu. Banda poate fi transparentă sau colorată și poate fi imprimată cu diferite caracteristici ale bobinei (tensiune, frecvență etc). Ea se livrează în role de diferite lățimi între 5 și 50 mm.

Prezintă avantajul că aderă ușor la bobinaj și are o rezistență de izolație foarte ridicată. Se folosește atît la izolarea straturilor în interiorul bobinei, cît și la acoperirea ultimului strat.

Dimensiunile benzii și rezistența la străpungere sînt date în tabelul 1.18.

Materialul de bază	Tip CMC	Grosimea foliei fără adeziv	Grosimea totală inclusiv adeziv	Felul adezivului Wb, Wh	Norma VDE	Forță adezivă N/10 mm	Întindere la rupere %
0	1	2	3	4	5	6	7

Clasa calorică Y. Domeniu de

PVC-dur	2010	0,04	0,07	Rășină sintetică	–	7,0	20–50
	2011	0,04	0,10	Rășină sintetică	–	7,0	20–50

Clasa calorică Y. Domeniu de

Polipropilenă	5010	0,015 0,025	0,045 0,060	Rășină sintetică	–	3,5	50–100
	5011	0,25	0,060	Cauciuc sintetic	–	4,5	50–100

Clasa calorică Y. Domeniu de

Polietilenă de mare presiune	2610	0,120	0,160	Rășină sintetică	0340 partea 1 K 20	3	400
Polietilenă de mare presiune	2611	0,120	0,160	Rășină sintetică	0340 partea 1 K 20	3	400

Clasa calorică E. Domeniu de

Acetobutirat Triafol BN	3010	0,045	0,075	Rășină sintetică	0340 partea 1 K 30	10,0	20–30

adezive

Rezist. la rupere N/mm²	Rezistența la străpungere kV/mm	Felul stratului	Culoare	Lung. rolei m	Proprietăți și exemple de folosire
8	9	10	11	12	13
temperatură pînă la 80°C					
90–120	60	pe o parte	Transparent	66	Bandă izolatoare și pt. reparații aux., execuție incoloră, transp., acoperită cu colorant la cerere, poate fi imprimată
90–120	60	pe ambele părți	Transparent	33	Ca bandă de protecție în băi galvanice, ca înveliș pt. baterii, se contractă
temperatură pînă la 90°C					
120–180	200	pe o parte	Transparent	66	Izolație miez și între straturi — ca bobină releu și conduct.
120–180	200	pe o parte	Transparent	66	În tehnica frecvențelor înalte CMC 5011 este o bandă rezistentă la electrolitul de la bobinajul intern al condensatorului
temperatură pînă la 95°C					
200–250	200	pe o parte	Transparent	66	Bandă izolatoare aderentă și foarte ductilă, constantă chiar la umiditate mare și în mediu corosiv Poate fi folosită în mod universal în instalații electrice și execuția cablurilor Constantă bună și în domeniul temperaturilor scăzute
200–250	200	pe o parte	negru	66	
temperatură pînă la 120°C					
70–90	130	pe o parte	transparent violet	66	Pentru izolarea bobinelor și a miezurilor, izolație între straturi, lipirea spirei de început și sfîrșit, izolarea derivatelor și punct. de lipire, izol. exterioară a ultimului strat dacă necesită imprimarea datelor pe partea stratului adeziv

0	1	2	3	4	5	6	7
	3011	0,045	0,075	Rășină sintetică	0340 partea 1 K 30	10,0	20—30
Triacetat	3020	0,040	0,070	Rășină sintetică	0340 partea 1 K 30	10,0	20—30
Țesătură din mătase cu acetat	3510	0,155	0,20	Rășină sintetică	0340 partea 3 W 20	5,0	15
Hîrtie creponată impregnată	6410	0,130	0,170	Cauciuc sintetic	0340 partea 3 W 11	8,0	24

Clasă calorică B. Domeniul de

Poliester Mylar	1010	0,025 0,050 0,100	0,060 0,085 0,135	Rășină sintetică	0340 partea 1 K 50	6,6	80—140
	1011	0,025 0,050 0,100	0,060 0,085 0,135	Rășină sintetică	0340 partea 1 K 50	6,6	80—140
	1012	0,025 0,050 0,100	0,060 0,085 0,135	Rășină sintetică	0340 partea 1 K 50	8,5	80—140
	1013	0,025 0,050 0,100	0,090 0,110 0,160	Rășină sintetică	0340 partea 1 K 50	6,6	80—140

8	9	10	11	12	13
70–90	130	pe o parte	galben	66	Pentru lipirea finală a înfășurării condensat. Rezist. mică la solvenți
70–90	150	pe o parte	transparent	66	Proprietăți și utilizări ca mai sus, dar rezistență la străpungere mărită
20–33	14	pe o parte	alb negru	66	Bandă aderentă, rezistență la lacuri de impregnare, indicată în special pt. izolarea stratului exterior al bobinelor, netezește prin aderență și anumite neregularități ale bobinajului, poate fi imprimată
22–25	13	pe o parte		66	În construcția de mașini electrice se folosește pt. bandaje de fixare, fiind f. flexibilă Se folosește ca bandă de închidere pt. elemente constructive. Poate fi solicitată pt. perioade scurte pînă la 180°C

temperatură pînă la 130°C

8	9	10	11	12	13
100–200	160	pe o parte	transparent	66	Cu benzile adezive pe bază de poliester se acoperă un domeniu larg al izolării electrice din clasa calorică B. Benzile poliesterice au printre altele, aplicabilitate în următoarele domenii: În construcția condensatoarelor, pentru lipirea stratului interior și a stratului exterior la condensatoarele cu rășini de turnare
100–200	160	pe o parte	galben	66	
100–260	160	pe o parte	transparent	66	
100–200	160	pe ambele părți	transparent	33	

0	1	2	3	4	5	6	7
	1014	0,025 0,050 0,100	0,060 0,085 0,135	Cauciuc sintetic	0340 partea 3 W 50	6,8	80–140
	1015	0,025 0,050 0,100	0,090 0,110 0,160	Cauciuc sintetic	0340 partea 3 W 50	6,8	80–140
	1016	0,025 0,050 0,100	0,060 0,085 0,135	Rășină sintetică	0340 partea 3 W 50	5,0	80–140
	1017	0,025 0,050 0,100	0,090 0,110 0,160	Rășină sintetică	0340 partea 3 W 50	5,0	80–140
	1018	0,025 0,050 0,100	0,060 0,085 0,135	Termoplast cu turnare la cald la 105°C	–	în funcție de utilizare	80–140
	1019	0,025 0,050 0,100	0,090 0,100 0,160	Termoplast cu turnare la la cald la 105°C	–	în funcție de utilizare	80–140
	1020	0,025 0,050 0,100	0,060 0,085 0,135	Duroplast cu turnare la cald la 160°C	–	în funcție de utilizare	80–140
	1021	0,025 0,050 0,100	0,090 0,110 0,160	Duroplast cu turnare la cald la 160°C	–	în funcție de utilizare	80–140
	1022	0,025 0,050 0,100	0,060 0,085 0,135	Polysiloxan	0340 partea 3 K 50	4,3	80–140
	1023	0,025 0,050 0,100	0,090 0,110 0,160	Polysiloxan	0340 partea 3 K 50	4,8	80–140
	1024	0,036	0,070	Rășină sintetică	0340 partea 3 W 50	4,7	80–140

Tabelul 1.18 (continuare)

8	9	10	11	12	13
100–200	160	pe o parte	galben	66	În construcţia motoarelor ca izolaţie între faze şi a capetelor bobinelor, întărirea marginilor izolaţiei în crestături, precum şi izolarea crestăturilor în general În construcţia bobinelor şi transformatoarelor, ca izolaţie a miezului, straturilor şi pentru izolarea exterioară, pentru lipirea intrărilor şi ieşirilor. Pentru izolarea miezulu şi pentru izolarea între straturi, banda poate fi livrată cu crestături marginale Grosimile diferite ale foliilor permit obţinerea oricărei rezistenţe de izolaţie: se va avea însă în vedere că la o rază mică a bobinei este preferabil a alege o grosime cît mai redusă, deoarece există pericolul de desfacere a izolaţiei, din cauza rigidităţii proprii O mare varietate a straturilor adezive, cu cele rezistente la căldură, cu întărire la cald, cu turnare la cald, adeziv siliconic, ne dau posibilitatea de a obţine, chiar în condiţii dezavantajoase, o lipire optimă La lipituri parafinate, ceruite sau acoperite cu alte materiale care nu prezintă aderenţă, este preferabilă utilizarea unui adeziv pe bază de cauciuc, în loc de adeziv pe bază de răşini sintetice. În acest fel se elimină deteriorarea inscripţiei Tipul CMC 1040 este rezistent la hidrocarburi cu fluor şi poate fi supus fără greutăţi la decaparea cu ultrasunete. La o primă aplicare a benzilor adezive poliesterice CMC este avantajos de a se testa mai multe tipuri, deoarece din cauza multitudinii de conductoare din cupru, lacuri de impregnare, răşini de picurare, tipul cel mai avantajos (indicat) nu se poate stabili decît prin încercări Proprietăţile benzii 1045 sînt acordate pentru solicitările speciale la care sînt supuse straturile protectoare din băile galvanice Adezivul nu lasă urme după desprindere, nici pe suprafeţele cele mai neomogene
100–200	160	pe ambele părţi	galben	33	
100–200	160	pe o parte	galben	66	
100–200	160	pe ambele părţi	galben	33	
100–200	160	pe o parte	transparent	66	
100–200	160	pe ambele părţi	transparent	33	
100–200	160	pe o parte	transparent	66	
100–200	160	pe ambele părţi	transparent	33	
100–200	160	pe o parte	transparent	66	
100–200	160	pe ambele părţi	transparent	33	
100–200	160	pe o parte	galben	66	

0	1	2	3	4	5	6	8
	1025	0,036	0,070	Rășină sintetică	0340 partea 3 W 50	4,0	80 -- 140
	1040	0,025 0,050 0,100	0,060 0,085 0,135	Rășină sintetică	0340 partea 3 W 50	5,5	80 – 140
	1041	0,025 0,050 0,100	0,090 0,110 0,160	Rășină sintetică	0340 partea 3 W. 50	5,5	80—140
	1045	0,025	0,105	Rășină sintetică	0340 partea 3 W.50	3,5	80—140
	1050	0,025 0,050 0,100	0,060 0,085 0,135	Cauciuc sintetic	0340 partea 3 W 50	7,5	80 – 140
	1051	0,025 0,050 0,100	0,090 0,110 0,160	Cauciuc sintetic	0340 partea 3 W 50	7,5	80 – 140
Poliester cu strat buretos de celuloză	1510	0,060	0,090	Cauciuc sintetic	—	5,5	80 – 140
	1512	0,000	0,090	Rășină sintetică	—	5,5	80 – 140
Poliester cu strat buretos de poliester	1610	0,080	0,120	Cauciuc sintetic	—	5,5	80 – 140
	1611	0,080	0,120	Rășină sintetică	—	5,5	80 – 140

Tabelul 1.18 (continuare)

8	9	10	11	12	13
100–200	160	pe o parte	galben	66	
100–200	160	pe o parte	galben	66	
100–200	160	pe ambele părți	galben	33	
100–200	160	pe o parte	roșu	66	
100–200	160	pe o parte	galben	66	
100–200	160	pe ambele părți	galben	33	
100–200	160	pe o parte	lăptos opac	66	Indicat mai ales pentru izolarea locurilor cositorite, grație efectului de pernă și pentru izolarea între faze, prezentînd o tendință scăzută la rupere
100–200	160	pe o parte	lăptos opac	66	Ca strat exterior la bobine, construcție: adeziv — strat buretos de celuloză — folie din poliester
60–80	160	pe o parte	alb	66	Strat exterior pentru bobine, mai ales la bobina neuniformă. Efect de amortizare. Izolare între faze. Construcție: Adeziv—strat buretos de poliester—folie din poliester
60–80	160	pe o parte	alb	66	Tendință scăzută la rupere mai ales în direcție transversală

0	1	2	3	4	5	6	7
					Clasa calorică B. Domeniul de		
Folie poliesterică cu contracție	1111	0,023 0,030	0,050 0,060	Rășină sintetică	0340 partea 3 W 50	5,5	50
Folie policarbonat cu contracție MAKROFOL KG	4010	0,020 0,030 0,040 0,060	0,050 0,060 0,070 0,090	Rășină sintetică	0340 partea 1 K 40	5,5	30–40
	4011	0,020 0,030 0,040 0,060	0,050 0,060 0,070 0,090	Rășină sintetică	0340 partea 1 K 40	5,5	30–40
Folie policarbonat cu contracție MAKROFOL G	4510	0,030	0,060	Rășină sintetică	0340 partea 1 K 40	7,0	50–60
	4511	0,030	0,060	Rășină sintetică	0340 partea 1 K 40	7,0	50–60
Poilcarbonat MAKROFOL N	4210	0,030	0,060	Rășină sintetică	034a partea 1 K 40	6,5	100–120
Fluorură de polivinil TEDIAR	6010	0,025 0,050	0,060 0,085	Rășină sintetică	—	4,5	100–200
Strat buretos din poliester	8010	0,140	0,180	Cauciuc sintetic	—	5,5	40–70
					Clasă calorică F. Domeniul de		
Polihidantoin RESISTOFOL	6210	0,020 0,040	0,050 0,070	Rășină sintetică	—	5,5	>100

8	9	10	11	12	13
temperatură pînă la 130°C					
200—280	160	pe o parte	transparent	66 330	Izolație rezistentă la solvenți pentru învelișul exterior al condensatoarelor electrolitice Prin contracția suprafețelor la temperatură, se obține concomitent și o izolare a părților frontale
220—280	180	pe o parte	transparent	66 330	Înveliș exterior la condensatoare electrolitice Prin contracția suprafețelor la temperatură se obține concomitent și o izolare a părților frontale La un diametru mic al piesei se recomandă folii cu grosimea de 20 μm
220—280	180	pe o parte	colorat	66 330	
130—140	180	pe o parte	transparent	66 330	Utilizare ca mai sus, mulaj mai bun, rezistență mecanică puțin scăzută
130—140	130	pe o parte	colorat	66 330	
80—90	170	pe o prate	transparent	66	Bandă aderentă, ca strat exterior al bobinelor; la grosimi mai mari (la cerere) ca izolant al plăcilor conductoare (sistem cu module)
60—130	130	pe o prate	transparent alb	66	Bandă deosebit de plastică și aderentă indicată pentru izolarea capetelor de bobinaj. Rezistentă la temperaturi pînă la 170°C pe perioade scurte, pentru stratul exterior al bobinelor unde se obține printr-o mulare bună, o izolare curată și la marginea carcasei
20—50	—	pe o parte	alb	66	Pentru fixarea ultimelor straturi ale bobinei Impregnabilitate bună
temperatură pînă la 155°C					
>100	200	pe o parte	transparent	66	Bandă rezistentă la hidroliză, grosime mică Chiar la grosime mică, izolant bun între faze; se folosește la izolarea capetelor bobinelor, ca bandaj pentru conductoarele de Cu, ca strat protector în galvanotehnică cu îndepărtare fără reziduuri; poate fi solicitat pe perioade scurte pînă la 250°C

0	1	2	3	4	5	6	7
Hîrtie poliamidică NOMEX	6510	0,050 0,080 0,130 0,180 0,250	0,090 0,120 0,170 0,220 0,290	Cauciuc sintetic	—	9,0	LR 70 QR 60
	6511	0,050 0,080 0,130 0,180	0,130 0,160 0,210 0,260	Cauciuc sintetic	—	9,0	LR 70 QR 60
Hîrtie poliamidică NOMEX cu mică	6610	0,080 0,130	0,120 0,170	Cauciuc sintetic	—	9,0	2
Țesătură de sticlă	8410	0,090	0,130	Rășină sintetică	0340 partea 3 W 60	5,0	11
	8415	0,090	0,130	Polysiloxan	0340 partea 3 W 60	4,5	11

Clasă calorică H: Domeniu de

Poliamid KAPTON	7010	0,025 0,050 0,075 0,100	0,060 0,090 0,115 0,140	Rășină sintetică	—	4,5	70 – 90
	7011	0,025 0,050 0,075 0,100	0,060 0,090 0,115 0,140	Polysiloxan	—	4,5	70 – 90
Teflon PTFE	7510	0,120	0,160	Polysiloxan	—	4,5	200 – 600
Teflon PTFE cu țesătură de sticlă	7610	0,120	0,160	Polysiloxan	—	4,5	10

8	9	10	11	12	13
LL 80 QR 40	18–20	pe o parte	chamois	66	Nomex este un material de clasă H; este în combinaţie cu adezivi speciali, o izolaţie excepţională, care poate fi prelucrată raţional şi cu benzi late în construcţia maşinilor electrice, mai ales la motoare de tracţiune; are un coeficient de umplere bun Ca bandă lată este utilizată cu succes ca izolaţie pentru barele rotoarelor, ca bandă îngustă se foloseşte ca izolaţie între faze şi la construţia transformatoarelor
LR 80 QR 40	18–20	pe ambele părţi	chamois	33	
50	31	pe o parte	gri	66	Domeniu de utilizare ca CMC 6510 rezistent la efectul Corona în maşini de joasă tensiune
150	2	pe o parte	alb	66	Bandă rezistentă la rupere şi temperatură; impregnabilitate bună pentru motoare electrice de tracţiune, motoare şi transformatoare
150	2	pe o parte	alb	66	Bandaj rezistent la temperaturi ridicate

temperatură pînă la 180°C

8	9	10	11	12	13
180	280	pe o parte	gri transparent	66	Bandă izolatoare pentru solicitări la temperaturi foarte ridicate, în construcţia motoarelor de trancţiune pentru solicitări excepţionale, în construcţia generatoarelor, în aviaţie şi cosmonautică Se foloseşte în locuri care pretind de la izolaţie rezerve de temperatură foarte ridicată (importante) Rezistă pe perioade scurte la 275°C
180	280	pe o parte	gri transparent	66	
15–30	20–40	pe o parte	gri-maro	66	Pentru solicitări mari la temperaturi; mulaj bun; rezistenţă bună la agenţi chimici Rezistă pe perioade scurte la 260°C
140	20–30	pe o parte	gri-maro	66	

Tabelul 1.18 (continuare)

Folii metalice / Cașerare pe folii din material plastic

Material de bază	Tip CMC	Grosimea foliei fără adeziv	Grosimea totală inclusiv adeziv	Felul adezivului	Forță adezivă N/10 mm	Lungimea rolei m	Proprietăți și exemple de utilizare
Aluminiu moale	9010	0,040 0,060 0,100	0,070 0,090 0,130	Cauciuc sintetic	10,0	66	Bandă ecran la frecvențe înalte, conductor electric, bandă reflectantă pentru reflectoare de mare cîmp, insensibilă la umiditate
Cupru moale	9110	0,035	0,070	Rășină sintetică	4,0	66	Conductor electric, poate fi lipit, se livrează și cu adeziv; conductor electric pentru utilizare ca element încălzitor
Poliester/aluminiu	1310	0,020 0,050	0,050 0,080	Cauciuc sintetic	8,0	66	Conductor electric, pe una din fețe poate fi lipit; utilizabil ca folie pentru contacte și întreruptoare, rezistent la uzură
Poliester / cupru	9510	0,060	0,090	Cauciuc sintetic	8,0	66	Material de bază flexibil pentru circuite imprimate
Kapton / Cupru	9610	0,060	0,090	Cauciuc sintetic	8,0	66	Tipul 9610 poate fi lipit cu ușurință

Tabdlul 1.18 (continuare)

Benzi adezive cu margini crestate

Material de bază	Tip CMC	Grosime folie fără adeziv	Felul adezivului	Forță adezivă N/10 mm	Rezistența la străpungere, kV/mm	Lungimea rolei m	Strat adeziv	Proprietăți și exemple de utilizare
Poliester Mylar	10502	0,025 0,036	Cauciuc sintetic	5,5	160	66	Strat adeziv parțial pe una din fețe	Pentru izolarea miezului și între straturi la bobine, face posibilă o execuție rațională în timp minim Împiedică străpungerea la contactul cu flanșa Micșorează procentul de rebuturi printr-o izolare sigură
Poliester Mylar	10602	0,025 0,036	Cauciuc natural	6,0	160	66		
Makrafol KG	40102	0,030	Rășină sintetică	5,5	180	66		
Resistofol	62102	0,040	Rășină sintetică	5,5	200	66		

Forma de livrare pentru benzi cu margini crestate

Lățimea benzii, mm		Lățimea stratului adeziv mm	Zonă fără adeziv pe fiecare margină inel; adîncimea la crestăturii, mm		Distanța între crestături la toate lățimile, în mm, la alegere	Cerere minimă pt. fiecare lățime, în număr de role	Adîncimea crestăturii, mm
de la	pînă la		de la	pînă la			
12	20	8	2	6	continuu de la	16	1,0—5
21	30	15	3	7,5	0,5—1,0	16	1,0—5
31	50	20	5,5	15	sau	10	1,0—10
51	100	30	10,5	35	1,5; 2,0	5	1,0—10

Pentru derulare se folosesc dispozitive ca cel prezentat în fig. 1.1.

Tot din grupa țesăturilor lăcuite fac parte și țesăturile din fibre poliesterice lăcuite. Acestea prezintă avantajul că fac parte din clasa de izolație E (120°C).

Tipul TTP se livrează în suluri cu lățimea de circa 900 mm sau în benzi drepte cu lățimi de 10, 15, 25 și 30 mm, iar grosimi de 0,10; 0,15; și 0,20 mm.

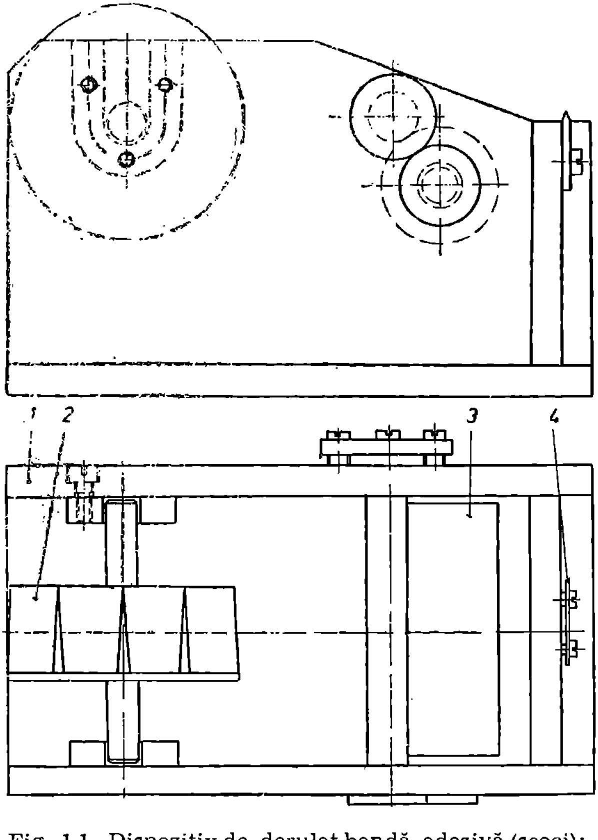


Fig. 1.1. Dispozitiv de derulat bandă adezivă (scoci):
1 — carcasă; *2* — suport rolă; *3* — rulou; *4* — cuțit.

1.3.5. *Banda izolatoare de bumbac (jaconet)*

Banda izolatoare de bumbac se folosește la izolarea și rigidizarea spirelor, atît la bobinele realizate pe carcasă, cît și la cele fără carcasă.

Dimensiunile în care se fabrică sînt indicate în tabelul 1.19.

Tabelul 1.19

Bandă izolatoare de bumbac

Caracteristica	Valoarea
Lățime, mm	20+1
Grosime, mm	0,12+0,01
Masa g/100 m	192+9,60

Banda izolatoare de bumbac neimpregnată poartă, conform STAS 1205-67, denumirea de bandă IS-20. Face parte (după impregnare) din clasa de izolație A (105°C).

1.3.6. *Țesături izolante de sticlă*

Benzile din țesătură de sticlă lăcuite cu lacuri organice se fabrică sub indicativul SLO și corespund clasei B (130°C), în grosimi și lățimi conform tabelului 1.20.

Tensiunea de străpungere a acestor benzi corespunde valorilor indicate în tabelul 1.21.

Tabelu 1.20

Bandă din țesătură de sticlă lăcuită tip SLO

Grosimea			Lățimea	
Nominală	Abateri limitată		Nominală mm	Abateri limită mm
	Medii admise mm	Maxime		
0,10		±0,04	15	±1,0
0,15	+0,03		20	±1,5
0,20			25	±1,5
0,25		+0,05	30	±2,0

Țesăturile de tipul SRSi sînt lăcuite cu rășini siliconice și corespunde clasei de izolație H (180°C). Se livrează în suluri de 500 ... 1000 mm lățime, avînd grosimile indicate în tabelul 1.22.

Tabelul 1.21

Bandă din țesătură de sticlă lăcuită tip SLO

Tensiunea de străpungere		
Grosimea mm	Medie kV/mm	Minimă kV/mm
0,10	2,5	1,0
0,15	2,5	1,0
0,20	3,0	1,5
0,25	3,0	1,5

Tabe lul 1.2

Țesături de sticlă impregnate cu siliconi

Grosimea nominală mm		Toleranțe admise la grosime, mm	
		Medii	În puncte separate
Tipul SCSI	0,10	±0,02	±0,03
	0,15	±0,03	±0,04
	0,20	±0,03	±0,05
Tipul SRSI	0,12	±0,03	±0,04
	0,15	±0,03	±0,04
	0,20	±0,03	±0,05

Țesăturile de tipul SCS I sînt lăcuite cu cauciuc siliconic și corespund clasei de izolație H (180°C). Se livrează în suluri de 1000 mm lățime, avînd grosimile indicate în tabelul 1.22. Ambele țesături se pot livra și sub formă de benzi cu lățimea minimă de 10 mm.

Rigiditatea dielectrică a acestor țesături este indicată în tabelul 1.23.

Țesăturile de tipul 463 sînt lăcuite cu lacuri organice și corespund clasei de izolație F (155°C). Se livrează

în suluri cu lățimea de 1000 mm sau în benzi cu lățimea minimă 10 mm, avînd grosimea de 0,10; 0,15 sau 0,20 mm (tabelele 1.24; 1.25; 1.26).

Tabelul 1.23

Rigiditatea dielectrică a țesăturilor impregnate cu siliconi

Tipul	Grosimea nominală mm	Rigiditatea dielectrică medie, în kV/mm			
		Stare inițială	După îndoire	La 130°C	După 24 ore în apă
SRSi	0,12 0,15 0,20	23 30 20	19 17 14	20 25 15	9 10 9
SCSi	0,10 0,15 0,20	20 23 16	20 23 15	18 20 13	8 9 10

Tabelul 1.24

Grosimea țesăturii de sticlă lăcuită tip 463

Grosimea mm	Toleranțe admise, mm
0,10	±0,03
0,15	±0,03
0,20	±0,03
0,25	±0,03

Tabelul 1.25

Lățimea țesăturii de sticlă lăcuită tip 463

Lățimea, mm	Toleranțe admise, mm
15	±1,0
20	±1,5
25	±1,5
30	±2,0

Datorită faptului că nu sînt atacate de mucegaiuri sau insecte, țesăturile de sticlă izolate cu siliconi pot fi folosite la confecționarea bobinelor ce urmează a funcționa în țări cu climat tropical umed TH (tropicus humidus).

De asemenea țesăturile de sticlă din clasele de izolație F sau H pot fi utilizate pentru confecționarea bobinelor ce urmează a funcționa în țări cu temperatură ambiantă ridicată, avînd un climat tropical uscat TA (tropicus aridus).

Tabelul 1.26

Tensiunea de străpungere a țesăturii de sticlă lăcuită tip 463

Grosimea, mm	0,10	0,15	0,20	0,25
Tensiunea de străpungere medie, minimă, kV — după condiționare *a* înaintea îndoirii	4	5	6	7
— după condiționare *a* după îndoire, la 180°C	2	2,5	3	3,5
— după condiționare *b*	2	3	3,5	4,5
— după condiționare *c*	3,5	4,5	5	6

1.3.7. *Micanite flexibile*

Micanita flexibilă tip 749 (S1MSi) este realizată din foițe de mică lipite cu liant siliconic pe un suport de țesătură de sticlă și tip 750 (S2MSi) — pe două suporturi de țesături de sticlă. Ambele tipuri fac parte din clasa de izolație H (180°C) și se execută în coli cu dimensiunile 850×550 mm.

Micanita tip 749 se execută în grosimi de 0,10 și 0,13 mm. Micanita tip 750 se execută în grosimile indicate în tabelul 1.27.

Tabelul 1.27

Micanită flexibilă tip 750

Micanită		Grosimea nominală mm	Toleranțe față de grosimea nominală		Dimensiunile colilor mm	Masa specifică aproximativă g/m²
Denumirea nouă	Denumirea veche		Medii mm	Separat în puncte		
750	S2MSi	0,20 0,25	±0,05	±0,12	850×550	330 460
		0,30 0,40 0,50	±0,08	±0,15	±50 mm	510 600 750

Tensiunile de străpungere ale micanitei tip 750 sînt indicate în tabelul 1.28.

Tabelul 1.28

Tensiunea de străpungere a micanitei flexibile tip 750

Tipul micanitei	Grosimea nominală mm	Tensiunea de străpungere, kV	
		Medie	Separat în puncte
750	0,2	3,0	2,0
	0,25	3,8	2,5
	0,30	4,4	3,0
	0,40	5,6	4,0
	0,50	7,0	5,5

Tot pentru izolația între straturi se execută benzi de micanită flexibilă tip 735 (H1MG), tip 738 (T1MG), tip 737 (HTMG), tip 746 (S1MG) și tip 747 (S2MG) realizate din mică lipită cu lac poliesteric pe diferiți suporți conform tabelului 1.29. Tot în acest tabel sînt cuprinse și

Tabelul 1.29

Tipurile de fabricație ale micabandei

Denumirea tipului	Felul suportului	Liantul folosit	Mica folosită	Clasa de izolație
735 (H1MG) 736 (T1MG) 737 (HTMG)	1 față hîrtie 1 față mătase naturală 1 față hîrtie și 1 față mătase naturală	Lac poliesteric	Mică muscovit	B (130°C)
746 (S1MG) 747 (S2MG)	1 față țesătură sticlă 2 fețe țesătură sticlă	Lac poliesteric	Mică muscovit	F (155°C)
749 (S1MSi) 750 (S2MSi)	1 față țesătură sticlă 2 fețe țesătură sticlă	Lac siliconic	Mică muscovit	H (180°C)

Semnificațiile literelor tipurilor de micanită:

M — mică muscovit; G — lac poliesteric; S — țesătură sticlă; Si — lac siliconic; H — hîrtie; T — mătase naturală.

micabenzile de tip 749 și 750 realizate din mică lipită cu lac siliconic pe suport de țesătură de sticlă. În funcție de liant și de suport sînt indicate și clasele de izolație.

Dimensiunile micabenzilor fabricate sînt indicate în tabelul 1.30.

Rigiditatea dielectrică a diferitelor tipuri de micabandă este indicată în tabelul 1.31.

Tabelul 1.30

Micabandă. Dimensiuni

Tipul micabandei	Grosimea nominală mm	Abateri limită la grosime, mm		Diametrul rolei	Lățimea rolelor mm
		Medii	În puncte separate		
HMG TMG S1MG S1MSi	0,10	±0,03	±0,07	max. 100	10±1 13±1 20±1 25±2
STMG S2MG S2MSi	0,13	±0,04	±0,06		30±2 35±2
TMG	0,07	+0,05 −0,02	+0,07 −0,03		45±2

Tabelul 1.31

Rigiditatea dielectrică a micanitelor

Tipul de micabandă	Rigiditatea dielectrică medie, minimă, kV/mm
HMG	20
TMG	20
HTMG	16
S1MG	18
S1MSi	18
S2MG	16
S2MSi	16

1.4. Materiale electroizolante pentru confecționarea carcaselor

1.4.1. *Materiale izolante termorigide*

Se livrează sub formă de pulbere sau granule. Pentru a căpăta forma carcasei de bobină se introduc în matrițe încălzite la temperatura de 140...160°C. Matrițele se montează pe prese hidraulice.

Sub acțiunea presiunii și temperaturii materialul devine la început vîscos și umple golurile matriței luînd forma carcasei de bobină. În continuare, după un anumit timp, materialul policondensează suferind o transformare chimică. În acest moment, piesa are forma definitivă și poate fi scoasă din matriță. După policondensare, forma obținută nu mai poate fi modificată prin presare sau încălzire ulterioară.

Materialele termorigide uzuale sînt:

— materiale realizate pe baza rășinilor formaldehidice — bachelite;

— materiale realizate pe baza rășinilor melaminoformaldehidice-melamină;

— materiale realizate pe baza rășinilor poliesterice în poliester;

— materiale realizate pe baza rășinilor ureoformaldehidice.

Materialele indicate mai sus se execută cu diferite umpluturi care modifică temperatura limită de utilizare.

Bachelita se realizează cu umplutură din:

— făină de lemn, ce poartă denumirea de *bachelită normală* și are rezistența termică Martens de 120°C (STAS 7136-65);

— făină minerală, ce poartă denumirea *bachelită cu vicamit* și are rezistența termică Martens de 140°C;

— fibre de azbest, ce poartă denumirea *bachelită cu azbest* și are rezistența termică Martens de 160°C;

— fibre textile, ce poartă denumirea *fenocard* și are rezistența Martens 140°C;

— petice textile, ce poartă denumirea *supraplast* și are rezistența Martens 125°C.

Melamina se realizează cu umpluturi din:

— fibre scurte de celuloză, ce poartă denumirea *melonită* și are rezistența Martens 135°C;

— fulgi de azbest, ce poartă denumirea *demilan* și are rezistența Martens 140°C.

Poliesterul se realizează cu umplutură din fîșii de pînză de sticlă, ce poartă denumirea *poliester· cu sticlă* și are rezistența Martens 125°C.

Ureoformaldehida cu umplutură de fibre scurte de celuloză poartă denumirea de *aminoplast* și are rezistența Martens de 110°C.

Umplutura din diferite materiale conferă proprietăți diferite pieselor executate. Astfel, umplutura anorganică (ceramică, nisip, fulgi de azbest, țesătură de sticlă) ridică temperatura de utilizare a carcaselor bobinelor.

Umplutura din țesătură textilă organică sau anorganică (sticlă), precum și umplutura din fulgi de azbest ridică rezistența mecanică a carcaselor bobinelor, făcîndu-le mai rezistente la șocuri și vibrații.

Materialele termorigide sînt colorate în diferite culori pentru a asigura un aspect corespunzător carcaselor bobinelor.

Carcasele din materiale termorigide prezintă dezavantajul că după presare trebuie înlăturate bavurile (materialul suplimentar) rămase din presare. Debavurarea se face, fie manual cu pila, fie prin mijloace meca-



Fig. 1.2. Carcase din masă termorigidă.

nizate: polizor, freză, mașina de găurit, presă, împroșcare cu alice din coji de nucă, împroșcare cu granule de masă plastică etc.

Carcasele trebuie debavurate atent, altminteri muchiile tăioase produc tăierea izolației sau chiar retezarea conductoarelor.

În fig. 1.2. sînt arătate diferite carcase realizate din materiale termorigide.

1.4.2. *Materiale termoplaste*

Materialele termoplaste se livrează sub formă de granule și se presează în matrițe la temperatură de circa 140° . . . 240°C.

Spre deosebire de carcasele din materiale termorigide, carcasele din materiale termoplaste, după presare, pot fi modificate sub influența temperaturii și presiunii.

Carcasele din materiale termoplaste au rezistența la temperatură în general mai scăzută decît cele din materiale termorigide.

Materialele termoplaste folosite sînt:

— poliesterul, rezistența la temperatură (Vicat) fiind de 60°C;

— poliesterul rezistent la șoc, rezistența la temperatură (Vicat) fiind de 80°C;

— poliamida 6 (relon) — rezistența la temperatură, 80°C;

— poliamidă 6-6 (Nylon) — rezistența la temperatură, 100°C;

— policarbonatul (Lexan) — rezistența la temperatură, 140°C;

— acetatul de celuloză (Celidor) — rezistența la temperatură, 120°C.

Și carcasele din materiale termoplaste trebuie debavurate.

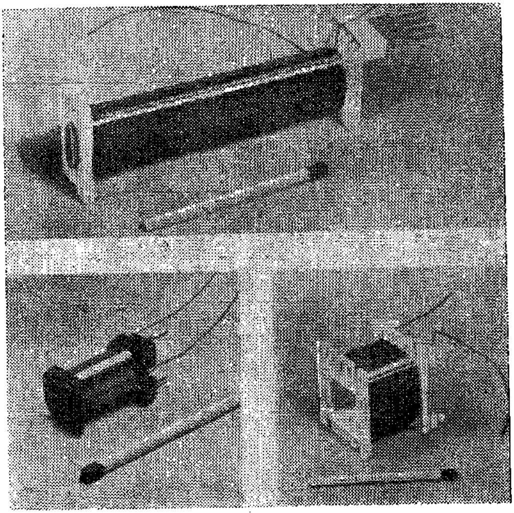
Datorită elasticității materialelor termoplaste debavurarea se face mult mai dificil folosindu-se metode manuale de tăiere (cu foarfeca sau cuțitul). În fig. 1.3. sînt prezentate cîteva carcase din masă plastică.

1.4.3. *Materiale stratificate*

Materiale stratificate folosite la confecționarea carcaselor sînt indicate mai jos.

Hîrtia stratificată presată în plăci, cunoscută sub denumirea de *straticel*, se fabrică, conform prevederilor STAS 7144-70, în plăci dreptunghiulare cu dimensiunile 1 400 (±50)×850 (±50) sau 1 900 (±50)×1 400 (±50) mm.

Se fabrică în mai multe tipuri de la HS1, la HS7, toate încadrîndu-se în clasa de izolație E (120°C). Tipurile



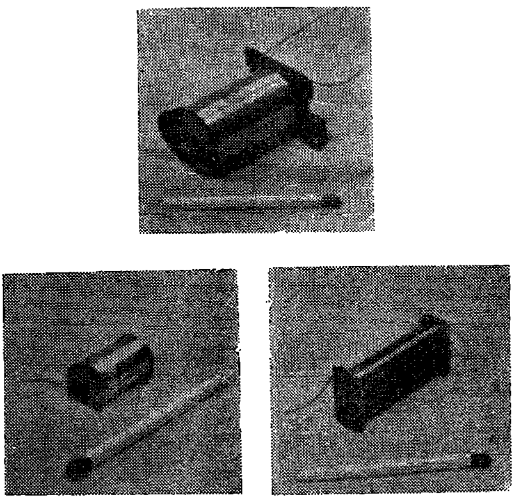


Fig. 1.3. Carcase din mase termoplaste.

cele mai utilizate sînt HS4 pentru climat tropical, HS6 pentru mediu umed și HS7 pentru climat normal.

Grosimile uzuale sînt indicate în tabelul 1.32.

Tabelul 1.32

Grosimile plăcilor din hîrtie stratificată

Grosimea nominală mm	Tipul		Abateri limită ±mm	Masa specifică aproximativă kg/m²
	HS4	HS6		
0,4	—	—	0,04	0,540
0,5	+	+	0,07	0,675
0,6	+	+	0,08	0,810
0,8	+	+	0,10	1,080
1,0	+	+	0,11	1,350
1,5	+	+	0,14	2,020
2,0	+	+	0,17	2,700
2,5	+	+	0,20	3,370
3,0	+	+	0,20	4,050
4,0	+	+	0,25	5,400
5,0	+	+	0,30	6,750

Grosimea nominală mm	Tipul		Abateri limită ±mm	Masa specifică aproximativă kg/m²
	HS4	HS7		
6,0	+	+	0,35	8,100
10,0	+	+	0,50	13,500
8,0	+	+	0,40	10,800
12,0	+	+	0,50	16,200
14,0	+	+	0,60	18,900
15,0	+	+	0,60	20,300
16,0	+	+	0,60	21,600
20,0	—	+	0,70	27,000
25,0	—	+	0,80	33,800
30,0	—	+	1,00	40,500

Observații: 1. Semnul + (plus) se referă la dimensiuni care se fabrică în mod curent, iar semnul — (minus), la cele care nu se fabrică în mod curent.

2. Masa plăcilor este calculată la o densitate de 1,35 g/cm³ și este dată cu titlu informativ.

Straticelul se fabrică și în cilindri tip 620, cu diametre normalizate conform tabelului 1.33.

Lungimile normalizate de livrare sînt indicate în tabelul 1.34.

Țesături de bumbac impregnate (ST) fabricate, conform STAS 8579-70, sub denumirea de *stratitex* în categoriile ST_1, ST_2, ST_3 (bare). Fac parte din clasa de izolație E (120°C).

Tabelul 1.33

Cilindrii straticel 620 Diametre normalizate

Diametrul interior *d*: Nominal mm	Diametrul interior *d*: Abateri limită	Grosimea peretelui, mm: 1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8
		Abateri limită la grosimea pereților: +0,5 / −0,2								
		Masa specifică, kg/m								
6	±0,4	0,041	0,059	0,078	0,099	0,147	0,202	0,265	0,334	0,412
7		0,047	0,066	0,037	0,110	0,162	0,220	0,287	0,360	0,441
8		0,052	0,073	0,096	0,121	0,176	0,239	0,308	0,386	0,470
9		0,058	0,081	0,106	0,132	0,191	0,257	0,331	0,412	0,500
10		0,063	0,088	0,115	0,143	0,206	0,276	0,353	0,437	0,529
11		0,069	0,095	0,124	0,154	0,220	0,294	0,375	0,463	0,559
12		0,074	0,103	0,133	0,165	0,235	0,312	0,397	0,489	0,588
13		0,080	0,109	0,142	0,176	0,250	0,319	0,419	0,515	0,617
14		0,087	0,118	0,152	0,187	0,265	0,349	0,441	0,540	0,647
15		0,091	0,125	0,161	0,198	0,279	0,367	0,463	0,566	0,676
16	±0,5	0,096	0,132	0,170	0,209	0,294	0,386	0,485	0,592	0,706
18		0,107	0,147	0,188	0,231	0,323	0,423	0,529	0,643	0,764
20		0,118	0,162	0,207	0,252	0,353	0,459	0,573	0,695	0,822
22		0,129	0,176	0,225	0,276	0,382	0,496	0,617	0,746	0,882
24		0,141	0,191	0,243	0,298	0,412	0,533	0,662	0,798	0,941
25		0,146	0,198	0,253	0,309	0,426	0,551	0,684	0,823	0,970
26		0,152	0,206	0,262	0,320	0,441	0,570	0,706	0,849	1,000
28		0,162	0,220	0,280	0,342	0,470	0,606	0,750	0,900	1,058
30		0,174	0,235	0,299	0,364	0,500	0,643	0,794	0,952	1,117
35		0,201	0,272	0,344	0,419	0,573	0,735	0,904	1,081	1,264
40		0,228	0,309	0,402	0,474	0,647	0,827	1,014	1,209	1,411
45		0,257	0,345	0,436	0,529	0,723	0,919	1,125	1,338	1,558
50		0,283	0,383	0,482	0,584	0,794	1,011	1,235	1,466	1,705
55		0,311	0,419	0,528	0,640	0,867	1,103	1,345	1,595	1,852
60		0,339	0,456	0,574	0,695	0,940	1,195	1,455	1,724	2,000
70		0,394	0,529	0,666	0,805	1,088	1,378	1,676	1,981	2,293
80		0,449	0,603	0,758	0,915	1,235	1,562	1,897	2,238	2,588
85		0,476	0,639	0,804	0,970	1,308	1,654	2,006	2,367	2,735
90		0,504	0,676	0,850	1,025	1,382	1,746	2,117	2,496	2,882
110	±1,0	—	—	1,028	1,240	1,670	2,108	2,551	3,004	3,464

Se execută în plăci cu dimensiunile (1 350±50)× (850±50) sau (1 900±50)×(1 350±50).

Tabelul 1.34

Lungimi de livrare a cilindrilor de straticel

Diametrul interior d mm	Lungimea normalizată mm	Abateri limită mm
6 ... 10	400 ... 450	±4,0
10 ... 30	800 ... 900	±5,0
30 ... 110	800 ... 900	±5,0
	1300 ... 1400	±7,0

Grosimile nominalizate sînt indicate în tabelul 1.35.

Ţesături din sticlă stratificate presate fabricate sub denumirea de *sticlostratitex*. Se execută sub formă de plăci, de mai multe calităţi:

— tip S 670 corespunzînd clasei de izolaţie B (130°C), sînt impregnate cu răşini fenolformaldehidică;

— tip S 677 corespunzînd clasei de izolaţie B (130°C), sînt impregnate cu răşină melaminoformaldehidică;

— tip S 673 corespunzînd clasei de izolaţie F (155°C), sînt impregnate cu răşină epoxidică.

Dimensiunile normalizate ale plăcilor din sticlostratitex sînt de 500×500 mm, grosimile normalizate fiind indicate în tabelul 1.36.

Sticlostratitexul se mai livrează şi sub formă de cilindri rulaţi cu dimensiunile indicate în tabelul 1.37; cilindrii se fabrică numai de tipul S 673. Grosimea minimă a peretelui cilindrului este de 2 mm. În cazul că se doreşte prelucrarea ulterioară prin aşchiere, adaosul minim de prelucrare este de 2 mm pe rază (4 mm pe diametru).

Tabelul 1.35

Plăci din țesătură de bumbac impregnate ST1 și ST2

Grosimea			Masa specifică (informativ) kg/m²
Nominală mm	Abateri limită		
	ST1	ST2	
0,5 0,6 0,8	±0,10	±0,10	0,68 0,81 1,08
1 1,5	±0,15	±0,15	1,35 2,02
2 2,5	±0,20	±0,20	2,70 3,37
3 4	±0,35	±0,30	4,05 5,40
5 6	±0,50	±0,40	6,75 8,1
8	±0,70	±0,70	10,8
10	±0,90	±0,85	13,5
12 14	±1,10	±1,00	16,2 18,9
16	±1,30	±1,20	21,6
20 25	±1,80	±1,60	27 33,8
30 50	±2,00 ±2,40	±1,90 ±2,30	40,5 67,5

Tabelul 1.36

Plăci de sticlostratitex

Grosimea nominală mm	0,5	0,7	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
Abateri admise ±mm	0,2			0,25	0,3		0,4		0,5	

Grosimea nominală mm	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0	25,0
Abateri admise ±mm	0,6	8,0	1,0	1,2	1,4	2,0			2,5

Tabelul 1.37

Sticlostratitex cilindru

Diametrul interior dimensiunea nominală mm	Toleranțe admise la diametrul interior mm	Diametrul interior dimensiunea nominală mm	Toleranțe admise la diametrul interior mm
10 11 12 13 14 15	±0,4	24 25 26 28 30 35 40 45 50 60 70 80	±0,5
16 18 20 22	±0,5		

Lungimea minimă a cilindrului livrat este de 850 mm.
În fig. 1.4, *d* este indicat un exemplu de carcasă de bobină realizată din materiale stratificate presate.

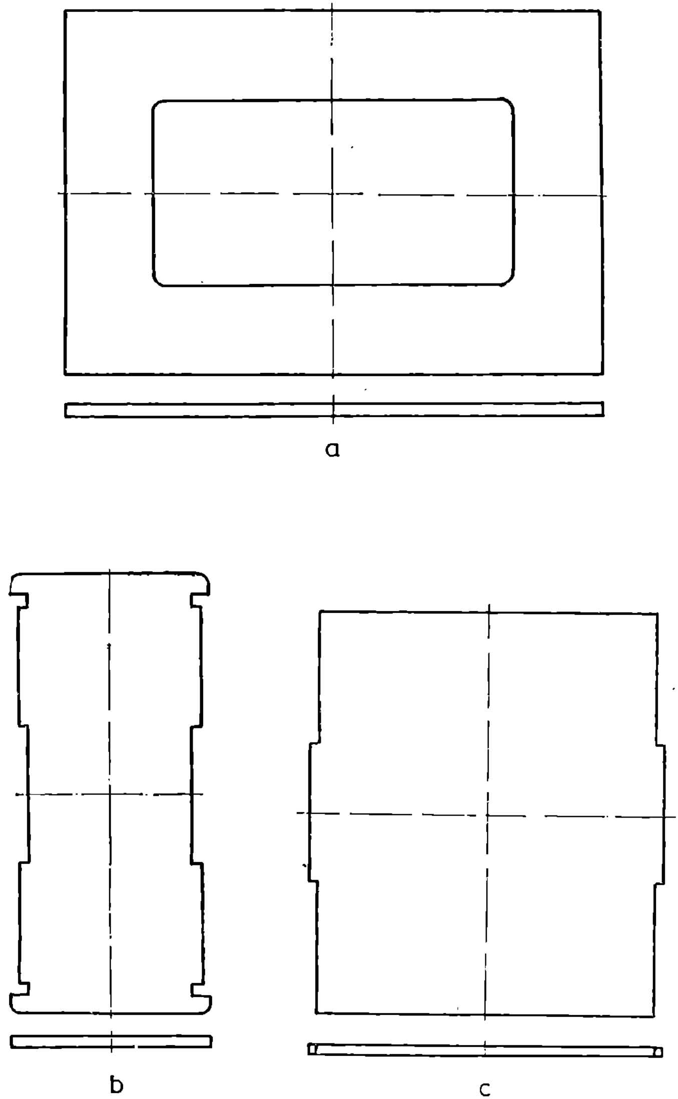
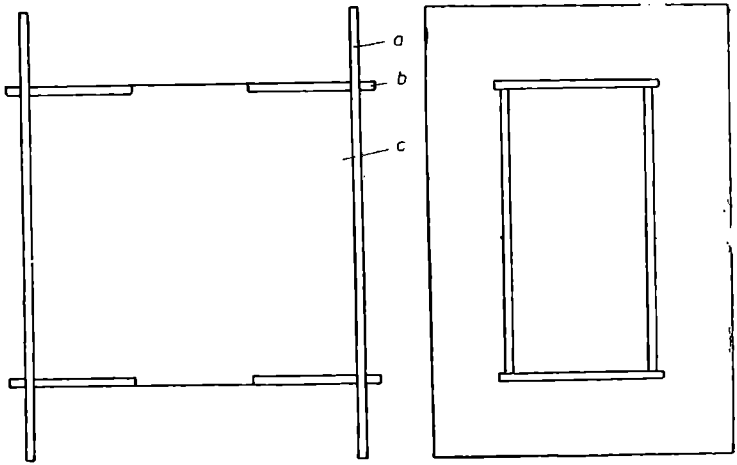


Fig. 1.4. Carcasă din materiale stratificate:
a — perete lateral; *b* — miezul central I; *c* — miezul central II;



d

Fig. 1.4. Carcasă din materiale stratificate:
d — vedere de ansamblu.

Piesele din care sînt făcute carcasele cuprind:

— pereţii laterali (2 buc. — fig. 1.4, *a*);

— miezul central executat din patru bucăţi, care sînt egale două cîte două — fig. 1.4, *b* şi 1.4, c.

Asamblarea se face prin înclemare, piesele fiind arcuitoare.

Pentru a asigura distanţele de străpungere şi conturnare, miezul central se îmbracă în ţesături lăcuite din mătase naturală sau vegetală, scoci, micabandă etc.

1.5. Materiale auxiliare

1.5.1. *Aliaje de lipit*

Pentru bobine se folosesc aliajele de lipit plumb — staniu (cositor) în diferite compoziţii ca: LP 40 (40% staniu, restul plumb); LP 50 (50% staniu+50% plumb); LP 60 (60% staniu, restul plumb).

Aceste aliaje prezintă avantajul că se topesc la o temperatură relativă scăzută cuprinsă între 190°C pentru aliajul LP 60 și 210°C pentru aliajul LP 40.

Aderența lor la sîrma de cupru din care sînt făcute bobinele este foarte bună și permite o reducere importantă a rezistenței la contact.

Trebuie menționat că legătura cu aceste aliaje are o rezistență mecanică redusă și este necesar să se asigure în mod separat fixarea mecanică a conductelor prin împletire, îndoire etc. Solicitarea mecanică a lipiturii duce la ruperea stratului de aliaj și deci la desfacerea legăturii electrice.

Aliajul se prezintă sub formă de bară sau sîrmă. Uneori sîrma se realizează sub formă de țeavă și are substanța decapantă în interior, purtînd denumirea de tub din aliaj de lipit (fludor).

În tabelul 1.38 sînt indicate dimensiunile curente ale aliajelor de plumb și staniu executate sub formă de sîrmă sau tub.

Tabelul 1.38

Materialul	Diametrul exterior, mm
Sîrmă din aliaj de lipit Lp 40	1 1,5 2 2,5 3 3,5 4
Tub din aliaj de lipit Lp 50 tip E	1 2 3 4

1.5.2. *Substanțe decapante*

Conductoarele de cupru se oxidează sub influența oxigenului din atmosferă. Oxidul de cupru este rău conducător de electricitate și nu permite executarea unor lipituri corespunzătoare.

În scopul curățirii suprafețelor ce trebuie lipite se folosesc mijloace mecanice ca de exemplu: pila, cuțitul, hîrtia de emeri (șmirghel) și mijloace chimice denumite substanțe decapante. Ca mijloace chimice se cunosc clorura de amoniu (țipirig), colofoniul (sacîz) și pastă decapantă DS1.

Folosirea clorurei de amoniu trebuie evitată, deoarece urmele de substanță chimică rămasă pe conductor produc corodarea acestuia și după terminarea operației de lipire. În acest fel, după un anumit timp, conductorul se poate reteza chiar fără a fi solicitat mecanic.

Materialul cel mai bun rămîne colofoniul, deoarece acesta este activ numai la temperatura ciocanului de lipit. După lipire resturile de colofoniu rămîn pasive și nu atacă conductorul. Uneori colofoniul se folosește în amestec sub formă de pastă decapantă DS1.

Pasta decapantă DS1 are compoziția următoare:

— alcool etilic $22 \pm 2\%$;
— colofoniu $60 \pm 2\%$;
— acid stearic $18 \pm 2\%$.

Uneori colofoniul sau pasta decapantă se introduce chiar în tubul de aliaj de lipit.

1.5.3. *Lacuri de impregnare și turnare*

Lacurile de impregnare nu trebuie să atace izolația conductorului. Ele trebuie să fie suficient de fluide pentru a pătrunde între spire pînă la carcasa bobinei. De asemenea, trebuie să se întărească rapid pentru a nu crea zone neuscate în interiorul bobinei.

Unele bobine sînt executate din sîrmă groasă și sînt supuse la șocuri mecanice și termice. Aceste bobine cu o construcție specială (fig. 1.5), care permite turnarea unor rășini peste bobinaj.

Ca **material de impregnare** se folosesc următoarele lacuri:

Lac C 41 *negru oleobituminos* destinat impregnării bobinelor din conductor izolat cu bumbac sau mătase, care nu lucrează în ulei. Temperatura maximă de utilizare conform clasei A (105°C). Are o bună rezistență la umiditate și acizi diluați. Se usucă în cuptor.

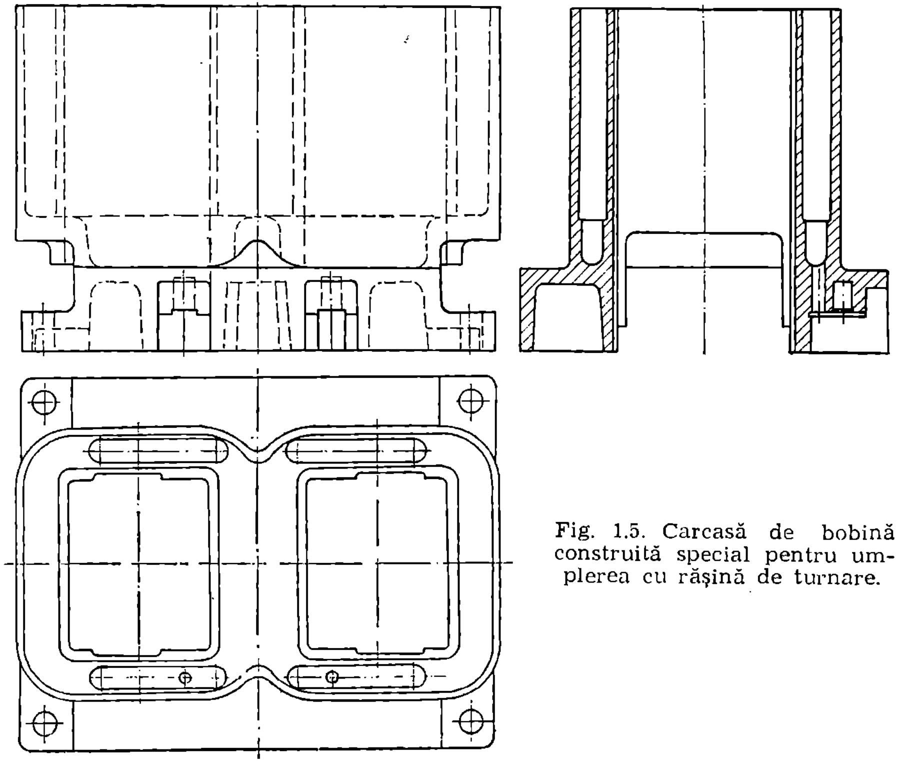


Fig. 1.5. Carcasă de bobină construită special pentru umplerea cu rășină de turnare.

Lac C 42 negru oleobituminos similar cu lacul C 41, avînd o uscare mai rapidă decît acesta.

Lac C 43 negru oleobituminos destinat ca lac de ultimă impregnare peste lacul C 42.

Lac C 51 galben brun oleogliptalic destinat impregnării bobinelor care nu lucrează în ulei, corespunde clasei de izolație E (120°C).

Lacuri de impregnare epoxidice de tip Araldit MY-745. Pentru impregnare se amestecă cu întăritor HY 905, flexibilizator DY-040 și accelerator DY-061. Acest lac corespunde clasei de izolație F (155°C).

Ca **materiale de turnare** se folosesc următoarele lacuri:

Rășină epoxidică Dinox 110 E. Pentru turnare se amestecă cu întăritor (anhidridă ftalică) și cu praf de porțelan. Această rășină de turnare corespunde clasei de izolație E (120°C).

Răsină epoxidică Araldit F (CY 205). Pentru turnare se amestecă cu întăritor HY 905, accelerator DY-061 și flexibilizator DY-040 și praf de porțelan. Corespunde clasei de izolație F (155°C).

1.5.4. *Materiale electroizolante pentru legături la bobine*

Pentru izolarea legăturilor flexibile (realizate cu conductor lițat) la bornele aparatelor elec-

Tabelul 1.39 a

Tub izolant PVC

Diametrul interior dl mm	Nominal	1 1,5 2	2,5 3,0	4,0 5,0	6,0 7,0	8,0 9,0 10 11	12	13	14 15	16
	Abateri limită	±0,2	±0,3	±0,4	±0,5	±0,6	±0,7	±0,8		
Grosimea peretelui g mm	Nominal	0,450		0,550	0,600	0,650	0,700	0,800	0,950	1,00
	Abateri limită	±0,10			±0,20					

Tabelul 1.39 b

Tub linoxinic (Varniș)

<table>
<tr><th colspan="2">Diametrul interior
dl</th><th rowspan="2">Grosimea peretelui
mm</th></tr>
<tr><th>Nominal
mm</th><th>Abateri limită</th></tr>
<tr><td>1
1,5
2
2,5
3
3,5
4
4,5
5</td><td rowspan="2">+0,4</td><td>1,0</td></tr>
<tr><td>6
7
8</td><td rowspan="2">1,2</td></tr>
<tr><td>9
10
11
12</td><td>+0,7</td></tr>
</table>

Observații: 1. Lungimea de livrare este 1180^{+100} mm.

2. Tensiunea de străpungere în aer la temperatura de 20 ± 2°C, umiditate relativă de 65 ± 5%, este de 5 kV.

trice se folosesc tuburi izolante din PVC. Aceste tuburi se execută în colaci de 50 m lungime, avînd diferite culori. Diametrul interior și grosimea peretelui tubului sînt indicate în tabelul 1.39 a.

Materialul corespunde clasei de izolație A (105°C).

Tuburile din PVC nu pot fi folosite la bobinele supuse operațiilor de impregnare.

Tuburile linoxinice (varniș) sînt indicate în tabelul 1.39 b.

2. Tehnologia executării bobinelor

2.1. Mașini utilizate la confecționarea bobinelor

Pentru confecționarea bobinelor se pot folosi mașini de bobinat manuale sau cu motor de antrenare. Mașinile cu motor pot fi semiautomate sau automate. Mașinile sînt executate pentru a realiza una sau mai multe bobine simultan.

2.1.1. *Mașini manuale*

Mașinile de bobinat manuale se folosesc la executarea bobinelor de serie mică, în atelierele de reparații ale întreprinderilor. Ele pot fi improvizate din mașini de găurit manuale sau pot avea o construcție specială (fig. 2.1.).

Aceste mașini pot avea una sau două viteze de lucru și permit realizarea diferitelor bobine în bune condiții. Uneori sînt dotate cu un numărător de spire, care permite înregistrarea numărului de spire aplicat pe bobină. Deși permit executarea unei varietăți mari de tipuri de bobine, ele au o productivitate redusă.

De asemenea calitatea bobinării depinde foarte mult de îndemînarea bobinatorului, deplasarea laterală a conductorului făcîndu-se cu mîna. Se pot folosi pentru conductoare cu diametre de la 0,1 la 3 mm.

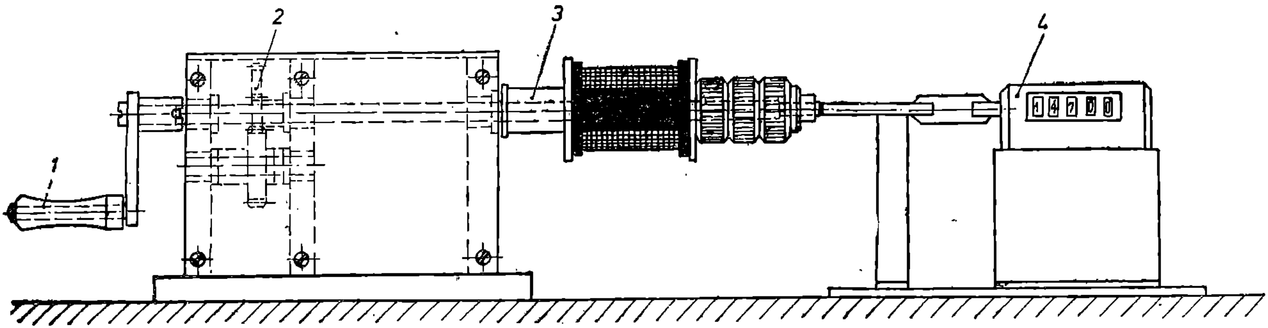


Fig. 2.1. Maşină de bobinat manuală:
1 — manivelă; 2 — reductor; 3 — ax de fixare bobină; 4 — numărător.

2.1.2. *Maşini semiautomate*

Maşinile semiautomate cuprind o mare gamă de variante, fiind cel mai mult folosite în industria electrotehnică.

Maşini semiautomate simple. Sînt maşini de precizie permiţînd realizarea de bobine mici şi mijlocii pentru aparate electrice şi transformatoare.

Maşina este compusă din următoarele elemente principale (fig. 2.2.):

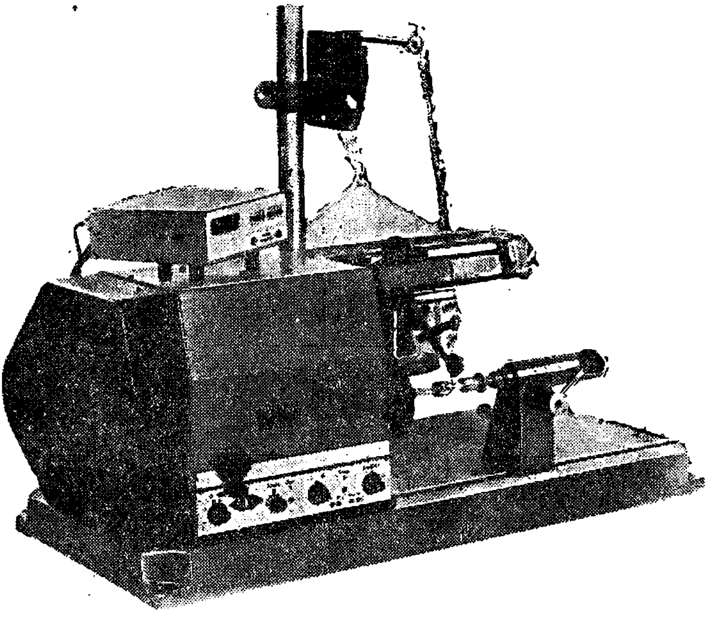


Fig. 2.2. Maşină semiautomată de bobinat.

— un ambreiaj multidisc şi frînă care asigură o pornire lină şi progresivă, permiţînd realizarea unui bobinaj curat şi uniform, uzura acestui element este minimă, chiar în cazul executării a numeroase inversări a sensului de mers;

— cutie de viteze cu roți dințate cu levier, care permite selectarea a șase game pentru viteza de avans și trei sau șase game pentru viteza de bobinare;

— variator continuu cu frecare pentru deplasarea (avansul) elementului de ghidaj al conductorului cuprinzînd un disc de oțel călit și cu rolă funcționînd în baie de ulei;

— suport de fontă cu suprafețele de lucru prelucrate și șurub mamă de precizie, care asigură deplasarea căruciorului ce ghidează conductorul;

— cuplaj mecanic asigurînd inversarea automată, foarte precisă, a mișcării de avans a căruciorului de ghidaj al conductorului;

— reglaj simplu și foarte precis al lățimii de bobinare realizat prin limitatoare de inversare cu șurub micrometric.

— păpușă mobilă cu ring montat pe un rulment cu role;

— sisteme de reglaj a forței de întindere a conductorului, în timpul bobinării.

Mașina are următoarele caracteristici (mașina 06A Micafil):

Diametrul conductorului ce poate fi bobinat este cuprins între 0,05 și 3,2 mm pe varianta normală și 0,1 la 6 mm pentru varianta specială.

Cele șase viteze asigură un avans continuu al firului între: 0,05 la 0,15 mm; 0,13 la 0,36 mm; 0,15 la 0,42 mm; 0,4 la 1,1 mm; 0,45 la 1,3 mm; 1,2 la 3,2 mm.

Treptele de viteză de bobinare pentru construcția cu trei trepte sînt: 2 520 rot/min, 840 rot/min și 280 rot/min sau în cazul altei variante: 1440 rot/min; 480 rot/min și 160 rot/min.

La construcția cu șase trepte, treptele de viteză sînt suma treptelor de viteză ale celor două variante cu trei trepte arătate mai sus.

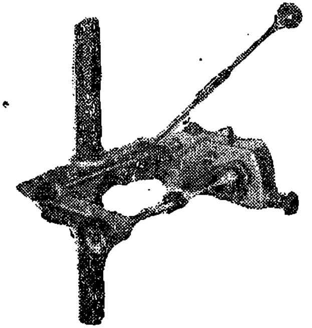
Mașina poate fi antrenată atît cu motor de curent alternativ trifazat de 0,8 kW, 220/380 V, 50 Hz la 1 500 rot/min, cît și cu motor de curent continuu de 0,8 kW, 3 000 rot/min; alimentat prin redresor de la o rețea monofazată de 220 V, 50 Hz.

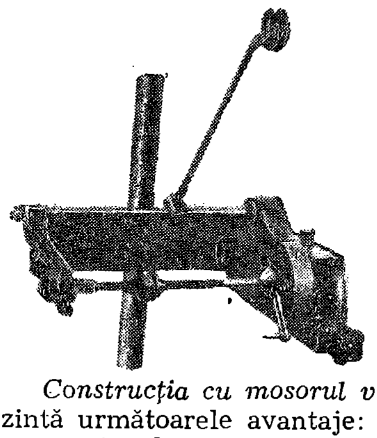
Motorul de curent continuu asigură variația continuă a vitezei de rotație a mașinii, comanda vitezei făcîndu-se cu ajutorul unei pedale.

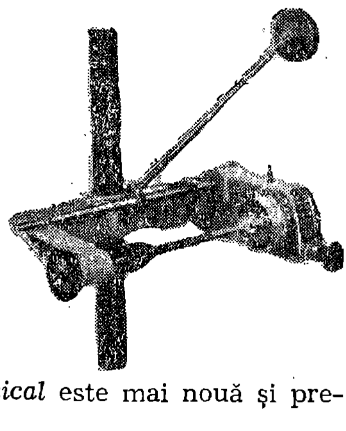
Mașina are un numărător mecanic de spire cu cinci cifre, care permite oprirea automată a mașinii la atingerea numărului de spire înregistrat în mașină.

Elementele de întindere a conductorului pot fi de tipul cu *mosorul* așezat *orizontal* (fig. 2.3) sau *vertical* (fig. 2.4.).

Fig. 2.3. Dispozitive de întindere cu mosorul, pe care se află conductorul de bobinat, montat orizontal.







Construcția cu mosorul vertical este mai nouă și prezintă următoarele avantaje:

— risc de ruptură a conductorului mai redus;

— derulare cu mare viteză;

— gamă mai largă pentru forța de întindere a conductorului și reglajul rapid al acesteia;

— risc mai redus pentru deteriorarea izolației conductorului.

Varianta cu mosorul vertical se construiește în două mărimi, în funcție de diametrul conductorului:

— pentru conductorul cu diametru de la 0,05 la 0,25 mm, asigurînd o forță de întindere reglabilă între 15 și 500 grame forță;

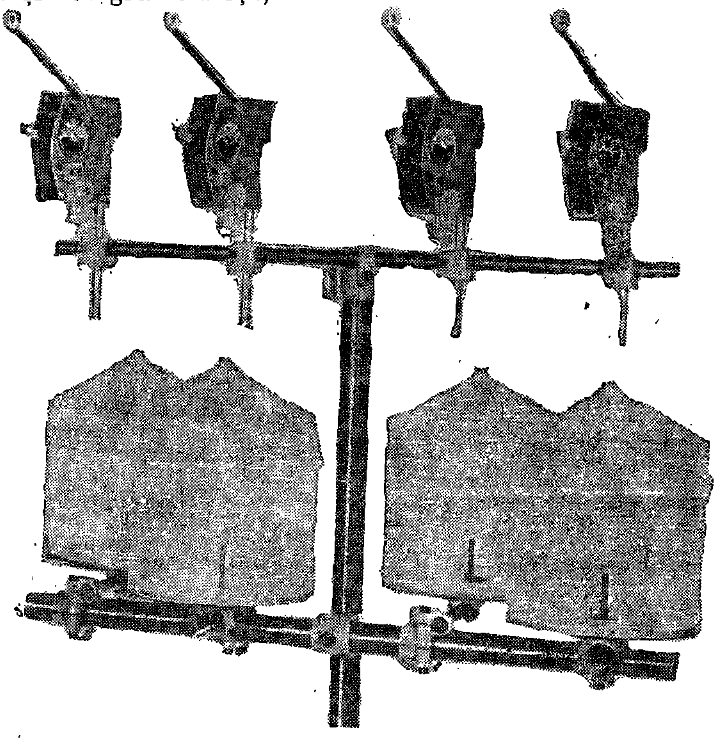


Fig. 2.4. Dispozitiv de întindere cu mosorul, pe care se află conductorul de bobinat, montat vertical.

— pentru conductorul cu diametru de la 0,2 la 2 mm, asigurînd o forță de întindere reglabilă între 0 și 12 000 grame forță.

Mașina poate fi montată și pentru a bobina mai multe bobine simultan (fig. 2.5).

Mașina mai poate fi prevăzută și cu un dispozitiv de împletit capătul bobinei utilizat în special pentru întărirea legăturilor la borne a bobinelor, realizate din conductoare foarte subțiri, (fig. 2.6) sub 0,25 mm.

Mașinile cu mosoare orizontale prezintă avantajul că pot fi executate cu două posturi de lucru:

— postul de bobinare (în fața mașinii);

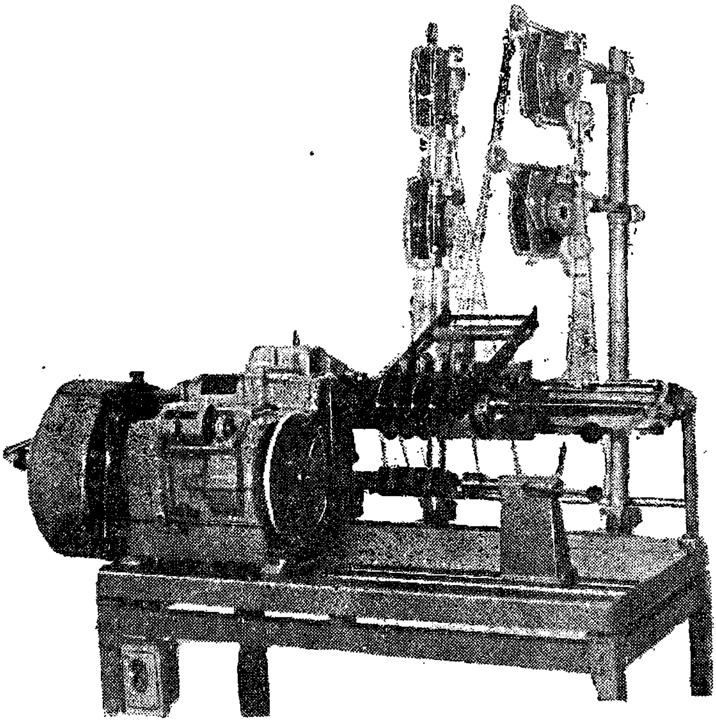
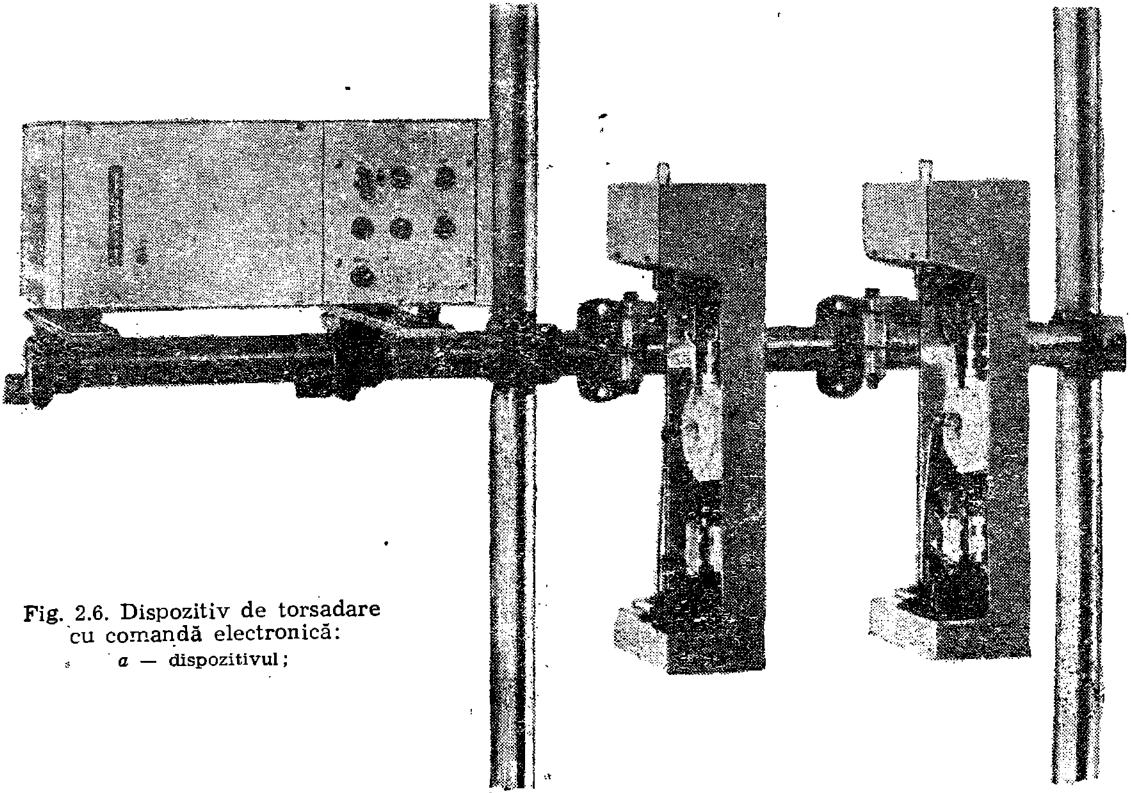


Fig. 2.5. Mașină de bobinat mai multe bobine simultan.

— postul de pregătire (în spatele mașinii), la care se încarcă mașina cu carcase goale.

După terminarea bobinării, axul cu bobine împreună cu mosoarele cu conductor se rotesc cu 180°, iar în zona de bobinare a mașinii sînt aduse carcasele pregătite pentru bobinare. Bobinele gata realizate sînt demontate



a

Fig. 2.6. Dispozitiv de torsadare cu comandă electronică:
a — dispozitivul;

de pe ax la postul de pregătire. În acest fel se elimină timpii morți de încărcare și descărcare a mașinii.

În fig. 2.7 este prezentată o astfel de mașină executată la Electrotimiș — Timișoara (tip MB-6).

Mașina tip MB-6 are următoarele caracteristici principale:

— diametrul conductorului de bobinat de la 0,05 la 1,5 mm;



b

Fig. 2.6. Dispozitiv de torsadare cu comandă electronică:
b — capăt de bobină împletit.

— gama de avansuri de la 0,05 la 1,5 mm/rotație;

— viteza de bobinare:

n_1=1 600 rot/min;
n_2=3 000 rot/min;
n_3=4 800 rot/min;

— lățimea de bobinat: minimum 10 mm;

— numărul maxim de bobine de 125 mm, realizate simultan cu conductor:

∅ 0,05 la ∅ 0,5 mm — 6 bobine;
∅ 0,55 la ∅ 1 mm — 3 bobine;
∅ 1,1 la ∅ 1,5 mm — 1 bobină.

Mașina este compusă dintr-o masă suport *10*, în care se află înglobat echipamentul electric și electronic *7*. Motorul de acționare *5* este fixat pe masă și transmite mișcarea de rotație, cu ajutorul unei curele *6*, păpușii fixe *4*. Păpușa fixă conține mecanismele necesare antrenării arborelui principal *2* și al mecanismului de ghidare al firului *1*. Dispozitivul suport al carcaselor de bobinat se prinde între vîrfurile păpușii fixe și al păpușii mobile *9*.

Mașina este echipată cu un derulator dublu *8* turnant, care permite bobinarea simultană a șase bobine. Mașina este prevăzută cu: numărător de spire *3*, care comandă oprirea automată a mașinii la atingerea numărului de spire reglat, precum și dispozitive de siguranță

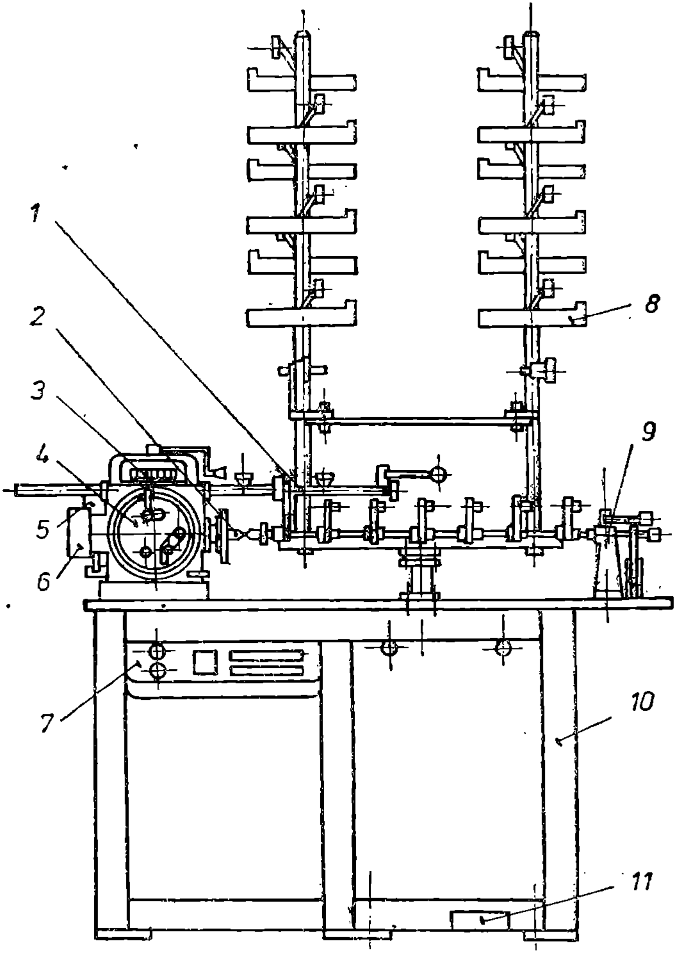


Fig. 2.7. Mașină de bobinat cu loc de pregătire:
1 — mecanism de ghidare fir; *2* — arbore principal; *3* — numărător de spire; *4* — păpușă fixă; *5* — motorul electric de acționare; *6* — curea de antrenare; *7* — echipamentul electric și electronic de comandă; *8* — derulator dublu turnat; *9* — păpușă mobilă; *10* — masă suport; *11* — pedală de acționare.

care opresc automat mașina în cazul ruperii conductorului.

Mașina are o pedală de acționare *11* aflată sub masă, precum și două potențiometre de comandă, care permit alegerea ușoară a cuplului de pornire și a turației de regim.

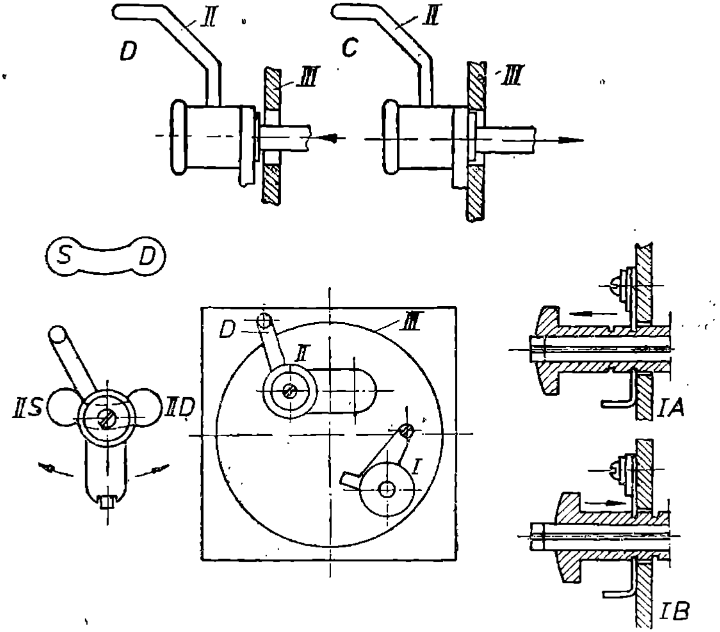


Fig. 2.8. Dispozitivul de reglare a vitezei și avansului: *IA* — Butonul I în poziția tras spre exterior; *IB* — Butonul I în poziția împîns spre interior; *II S* — Butonul II în poziția stîngă; *II D* — Butonul II în poziția dreapta, spre exterior; *D* — Butonul II tras spre exterior (pregătit pentru schimbarea poziției); *C* — Butonul II introdus în locașul poziției stînga sau dreapta.

Gama de avansuri cuprinde trei domenii care se reglează cu ajutorul butonului *I* și al manetei levier *II* (fig. 2.8). Gamele se obțin conform tabelului de mai jos:

conductor cu diametru de 0,05 . . . 0,2 mm, maneta în poziția II S/I A;

conductor cu diametru de 0,18 . . . 0,6 mm, maneta în poziția II D/I A;

conductor cu diametru de 0,45 ... 1,5 mm, maneta în poziția II D/I B.

Pentru reglarea avansului în limitele unei singure game se ridică maneta *II* a dispozitivului de cuplare în poziția *D*. Se rotește apoi cadranul dințat *III* cu ajutorul manetei *II*, pînă cînd valoarea avansului necesar ajunge în dreptul semnului de pe scară. La reglare se ține cont de grosimea stratului de izolație (circa 10% din diametrul conductorului). Se introduce apoi maneta în poziția *C*.

Reglarea lățimii bobinei (fig. 2.9), se face prin ridicarea manetei dispozitivului de cuplare și deplasarea rolei de ghidaj a conductorului în partea stîngă a carcasei, reglînd astfel începutul bobinei. Se blochează limitatorul stîng. Apoi, în funcție de lățimea bobinei se deplasează și se blochează și limitatorul drept.

Derulatorul are un mecanism special de frînare care permite o derulare corectă a conductorului de pe mosoare. Frînarea mosorului este comandată de tragerea conductorului prin brațul de derulare (fig. 2.9.). Astfel, la tragerea conductorului, brațul se lasă în jos și decuplează frîna.

Scara gravată permite adaptarea forței de întindere a conductorului în funcție de diametrul acestuia. Valorile indicate pe scară se referă la limita de elasticitate la tracțiune a firelor din cupru.

În cazul utilizării mai multor derulatoare, se conectează sistemul care comandă oprirea automată în cazul ruperii firului sau la sfîrșitul alimentării unei bobine (terminarea conductorului de pe mosor).

Principiul de funcționare este indicat în fig. 2.10. Brațul *1* al derulatorului revine imediat în poziția superioară, în caz că mosorul de alimentare nu mai are conductor sau firul s-a rupt. Pîrghia *2* fixată pe arcuri acționează asupra întreruptorului *4* și închide un timp scurt contactul *3*, ceea ce are ca efect alimentarea cu curent a electromagnetului *6*, care prin tija *5* oprește prin mijloace mecanice mașina.

Derulatorul are două domenii de lucru în funcție de diametrul conductorului:

— domeniul I pentru conductor cu diametrul de la 0,05 la 0,5 mm;

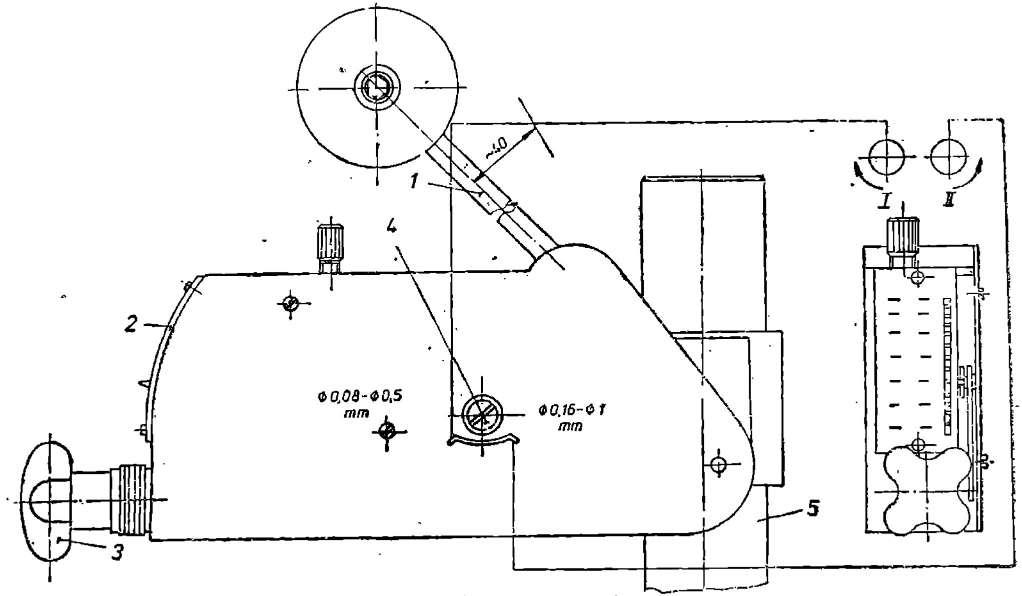


Fig. 2.9. Dispozitivul de derulare a conductorului:
1 — braţ cu rolă; *2* — scară gradată; *3* — buton de reglaj; *4* — şurub de comutare; *5* — suport.

— domeniul II pentru conductor cu diametrul de la 0,16 la 1,0 mm.

Primul element (inferior) al derulatorului se introduce de sus pe coloană și se fixează cu șurubul de prindere la

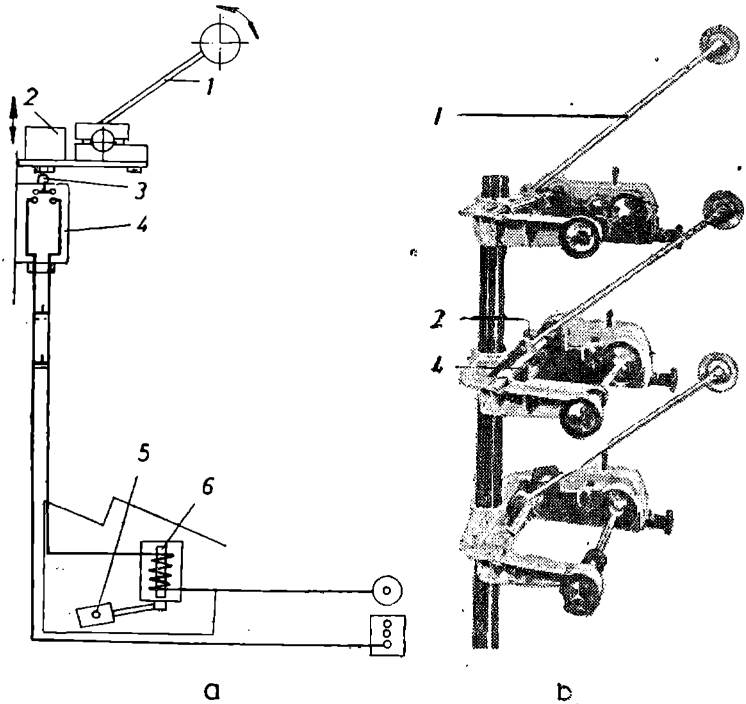


Fig. 2.10. Dispozitiv de oprire automată a mosorului în cazul ruperii firului:
1 — braț; 2 — pîrghie; 3 — contact; 4 — întreruptor; 5 — tija; 6 — electromagnet de frînare.

circa 420 mm deasupra plăcii de bază. Celelalte derulatoare montate pe aceeași coloană se fixează la o distanță de 260 mm (fig. 2.11).

După scoaterea piuliței de fixare de pe dorn, se introduce mosorul cu conductor în așa fel încît derularea să

se facă în sens contrar rotirii acelor unui ceasornic privind din partea stîngă a mașinii (fig. 2.12).

Indicatorul *11* al scării se poziționează în funcție de grosimea conductorului. Elasticitatea conductorului (arcui-

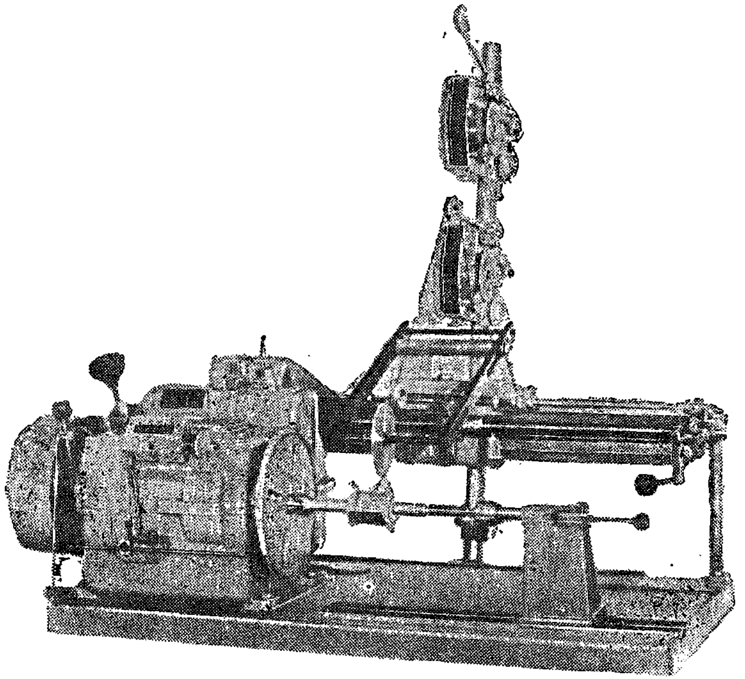


Fig. 2.11. Montarea mai multor derulatoare pe o coloană.

rea) poate influența asupra valorilor alese impunînd corecții ulterioare. Prin această reglare se stabilește tensionarea brațului *1* și prin urmare întinderea conductorului. Frîna *9*, care acționează asupra mosorului, este cuplată cu brațul derulatorului și poate fi reglată cu ajutorul șurubului *12*.

Reglarea frînei este corectă atunci cînd brațul derulatorului coboară în timpul operației de bobinare cu circa 40 mm, asigurînd, în această poziție, deschiderea frînei.

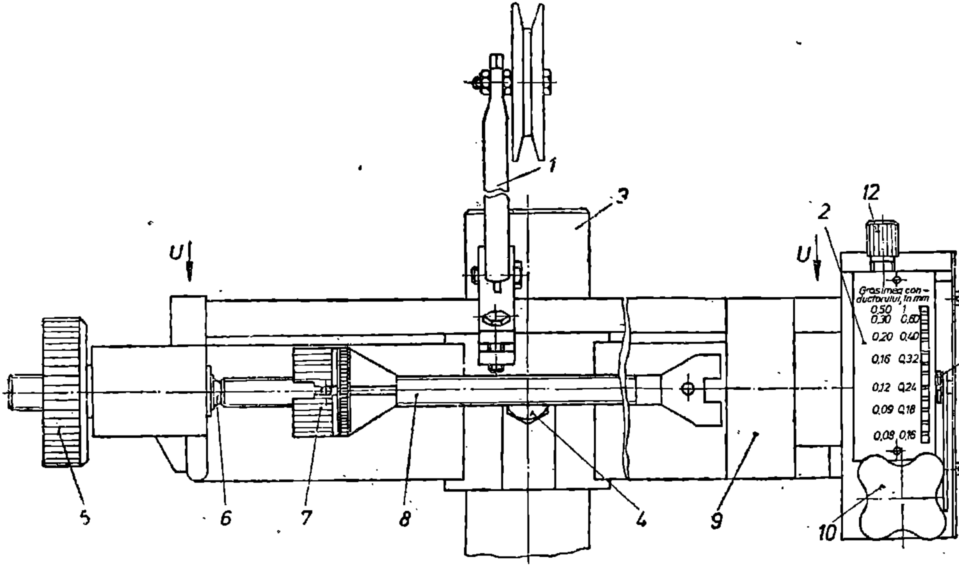


Fig. 2.12. Așezarea mosorului pe derulator:

1 — braț cu rolă; *2* — scară gradată; *3* — coloană suport; *4* — șurub de fixare; *5* — piuliță de fixarea ghidajului în ax; *6* — ghidajul în ax; *7* — piuliță de fixare a mosorului; *8* — axul mosorului; *9* — frîna axului mosorului; *10* — butonul de reglaj al forței de întindere; *11* — indicator scară; *12* — șurubul de reglaj al frînei mosorului.

Domeniul de diametre I și II se stabilește prin rotirea șurubului *12*.

Înfășurarea corectă a straturilor presupune pe lîngă un avans al deplasării conductorului și un ghidaj al acestuia cît mai aproape posibil de înfășurare (fig. 2.13). Conductorul *1*, care vine de la derulator, trece prin rola *2* spre rola de ghidare *3*. Prin tensiunea din fir și cu ajutorul arcului de torsiune din bucșa *4* se adaptează înălțimea brațului *5* funcție de diametrul exterior al bobinelor.

În primul rînd se echilibrează brațele de ghidare. Se va deșuruba piulița *6* atît cît să permită scoaterea de pe știft a bucșei *4* și rotirea ei. În funcție de numărul brațelor de ghidare se va roti bucșa *4* spre dreapta pînă cînd este echilibrată greutatea acestora. Se introduce bucșa *4* din nou pe știft, în locașul corespunzător, și se strînge piulița *6* atît cît să nu permită ieșirea bucșei *4* din poziția ei. După prinderea carcaselor de bobinat, se slăbește șurubul *7* și se deplasează ghidajul în plan vertical pînă cînd rola de ghidare se află la circa 5 mm de ultimul strat al bobinei. La o poziție aproximativ orizontală a brațelor de ghidare *5*, șurubul *7* se strînge la loc.

Limitatorul *8* servește la fixarea poziției inițiale a brațului de ghidare și se prinde pe țeava *10* prin piulița *9*.

Pentru a avea mai ușor acces la dornul de înfășurare, brațele de ghidare *5* se pot rabate în sus. Fixarea brațelor de ghidare pe țeava *10* se face printr-un șurub care prin slăbire permite deplasarea laterală a acestora.

Pentru a evita deteriorarea conductorului datorită neuniformității carcaselor, se efectuează un reglaj fin al rolei de ghidare *3* prin șurubul *11*. Acest reglaj se va face astfel, încît avansul rolei de ghidare să se termine la cel puțin două diametre de conductor (două spire distanță față de flanșa carcasei bobinei, ținînd seama și de inerția mașinii).

Reglajul va fi astfel făcut încît în timpul bobinării rola să nu atingă straturile de conductor.

Brațul *12* se poate monta de o parte și de alta a suportului *10*.

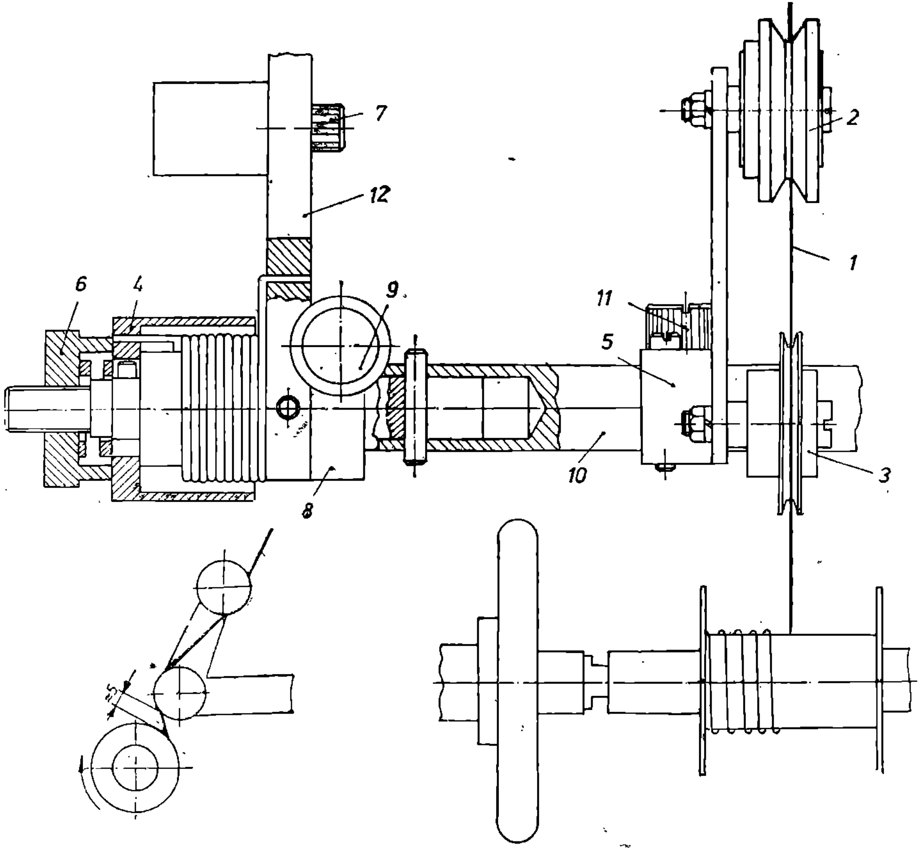


Fig. 2.13. Așezarea rolei de reglaj față de bobină:

1 — conductor; *2* — rolă I de ghidaj; *3* — rolă II de ghidaj; *4* — bucșă cu arc; *5* — braț de ghidare; *6* — piuliță de blocare; *7* — șurubul de blocare al brațului; *8* — limitator; *9* — piuliță de fixare; *10* — țeavă suport; *11* — șurub de fixare; *12* — braț.

Maşini semiautomate complexe. În fig. 2.14 este indicată o maşină semiautomată care permite pe lîngă bobinarea mai multor bobine simultan şi introducerea de izo-

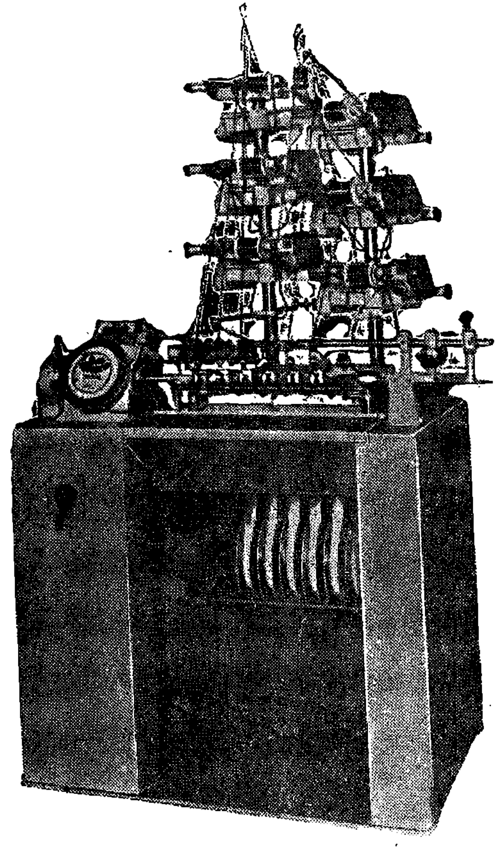


Fig. 2.14. Maşină semiautomată complexă cu bobinarea simultană a mai multor bobine şi introducerea automată a izolaţiei între straturi.

laţii intermediare de hîrtie pentru bobine cu sau fără flanşe. Pentru bobinele cu flanşe, introducerea hîrtiei se face în general la mijlocul celui de al doilea strat.

Grosimea hîrtiei folosite poate fi între 0,02 și 0,1 mm, iar lungimea fîșiei de hîrtie poate fi între 70 și 450 mm.

Lățimea benzii de hîrtie depinde de lățimea bobinei. Astfel la o bandă lată de:

20 ... 40 mm — nr. de bobine este 6;
41 ... 52 mm — nr. de bobine este 5;
53 ... 70 mm — nr. de bobine este 4;
71 ... 90 mm — nr. de bobine este 3;
91 ... 141 mm — nr. de bobine este 2.

2.1.3. *Mașini automate*

Pentru realizarea bobinelor destinate producției de masă se folosesc mașini de bobinat complet automate, la care toate operațiile inclusiv formarea capetelor bobinei se face de către mașină (fig. 2.15).

Mașina execută atît operația de bobinare, cît și alimentarea cu carcase, pregătirea capetelor etc. Muncitorul are ca sarcină alimentarea mașinii cu conductor de bobinaj, carcase de bobină etc. În acest fel, el poate supraveghea și deservi mai multe mașini simultan.

Mașina poate realiza viteze de bobinare foarte mari cuprinse între 3 500 și 10 000 rot/min.

De asemenea, timpul necesar pentru accelerare sau oprire la și de la viteza maximă este de numai 3 s.

În sfîrșit, timpul de necesar pentru schimbarea unei bobine (care cuprinde formarea și tăierea capetelor) este de circa 4 s.

Acționarea diferitelor elemente de alimentare se face cu aer comprimat, la presiunea de 4 kgf/cm^2 (4 atmosfere), cu un consum de 0,5 m^3/h.

2.2. **Dispozitive și scule**

Pentru confecționarea bobinelor se folosesc următoarele dispozitive:

Dispozitiv de tăiat bandă scotch (fig. 2.16) — bandă adezivă. Se folosește de către bobinator pentru tăierea în bucăți a benzilor izolatoare folosite la bobine.

Aceste dispozitive pot fi cu tăiere manuală sau cu electromagnet.

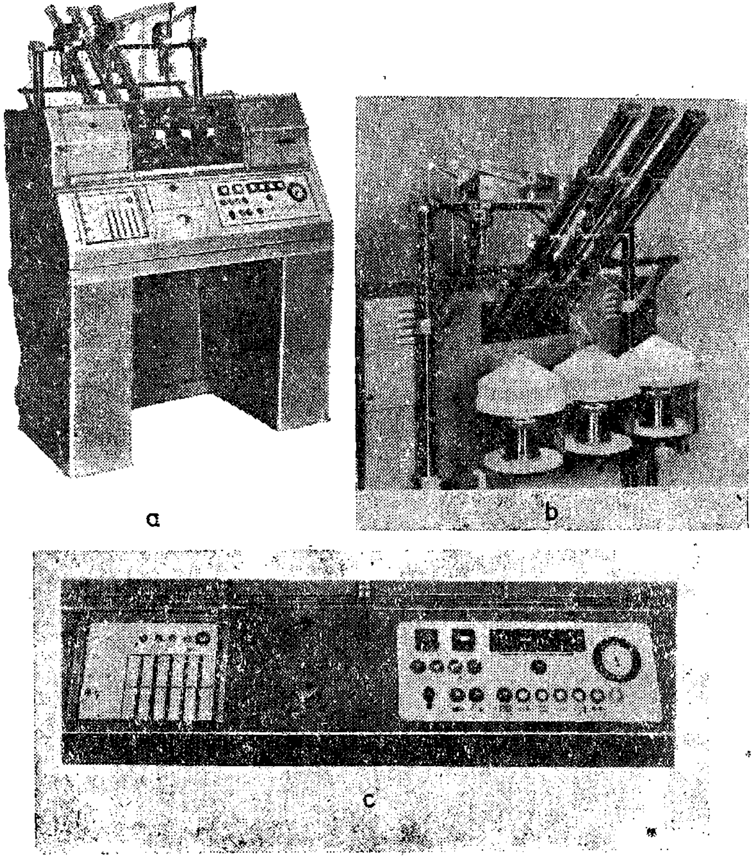


Fig. 2.15. Maşină automată de bobinat:
a — maşină văzută din faţă; *b* — maşina văzută din spate cu magaziile de carcase; *c* — panoul de comandă.

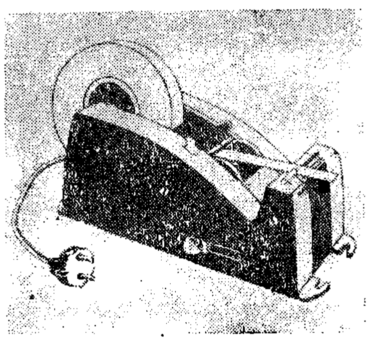


Fig. 2.16. Dispozitiv automat de tăiat bandă adezivă.

Pentru tăierea benzilor adezive se pot folosi sculele clasice ca: foarfecă, lama de ras, cuțit etc.

Dispozitiv automat de izolat bobina cu ajutorul benzii adezive (fig. 2.17).

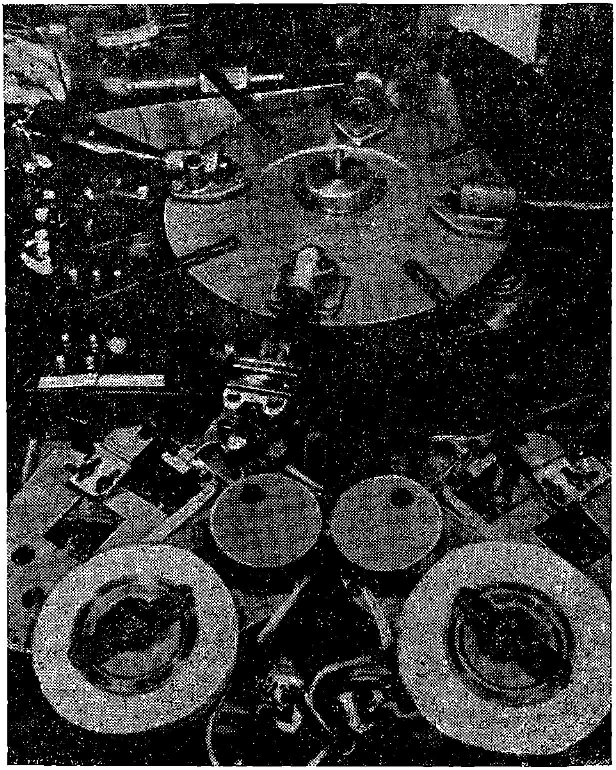


Fig. 2.17. Dispozitiv automat de izolat bobina cu bandă adezivă.

Dispozitiv de dezizolat conductoare groase (fig. 2.18). Acest dispozitiv este prevăzut cu un mic motor electric și o freză de tipul celei de ascuțit mine de creion. Prin introducerea capătului conductorului în interiorul frezei rotite de motorul electric, emailul izolat este îndepărtat.

Acest dispozitiv se poate folosi numai la conductoare cu diametrul peste 2,8 mm.

Dispozitiv de așezare pentru mașinile de bobinat, care bobinează mai multe carcase simultan (fig. 2.19).

Pentru fixarea carcaselor se folosesc bare de oțel de secțiune pătrată sau dreptunghiulară în funcție de forma carcasei bobinei. Indexarea carcaselor pe bara de oțel se

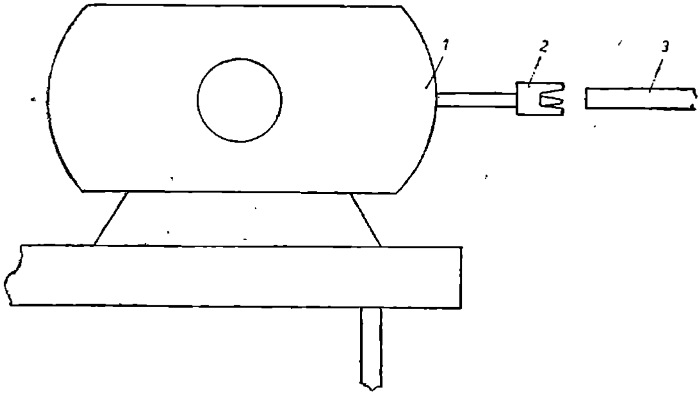


Fig. 2.18. Dispozitiv de dezizolat conductoare groase:
1 — motor electric; 2 — freză; 3 — conductorul.

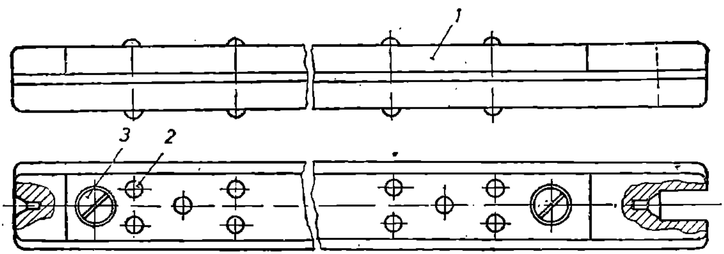


Fig. 2.19. Dispozitiv de așezare pentru bobine la mașinile de bobinat mai multe bobine:
1 — bară; 2 — bilă; 3 — șurub.

face cu ajutorul unor bile introduse în orificii practicate în bară și împinse cu ajutorul unor resoarte. În acest fel se asigură o poziție fermă a carcaselor pe bară, permi-

țînd, în același timp, introducerea și scoaterea ușoară a acestora.

Dispozitiv de absorbție a gazelor care se produc în timpul lipirii. Acest dispozitiv cuprinde un ventilator și o hotă pentru absorbția și eliminarea gazelor nocive.

Dispozitiv de cositorit capete de bobină compus dintr-o baie de cositor încălzită electric (fig. 2.20).

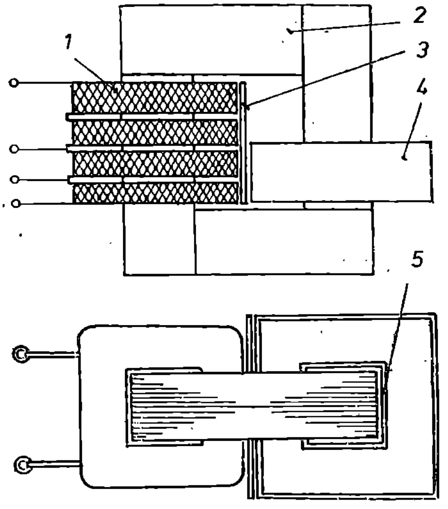


Fig. 2.20. Baie de cositor încălzită electric:

1 — bobinaj primar; 2 — miez de fier; 3 — paravan; 4 — bobinaj secundar (baia de cositor); 5 — paravan.

Încălzirea băii se poate face printr-o rezistență încălzitoare de tip reșou sau prin curenți de inducție.

Cleşte pneumatic care servește pentru tăierea conductorului la bobine. Acest cleşte permite tăierea fără efort a conductoarelor pînă la 3 mm (fig. 2.21).

Sculele folosite în mod normal sînt:

— Ciocanul de lipit cu rezistență (fig. 2.22) sau tip pistol (fig. 2.23).

Ciocanul de lipit cu rezistență prezintă avantajul unei lipituri mai calde și poate fi folosi chiar la conductoare

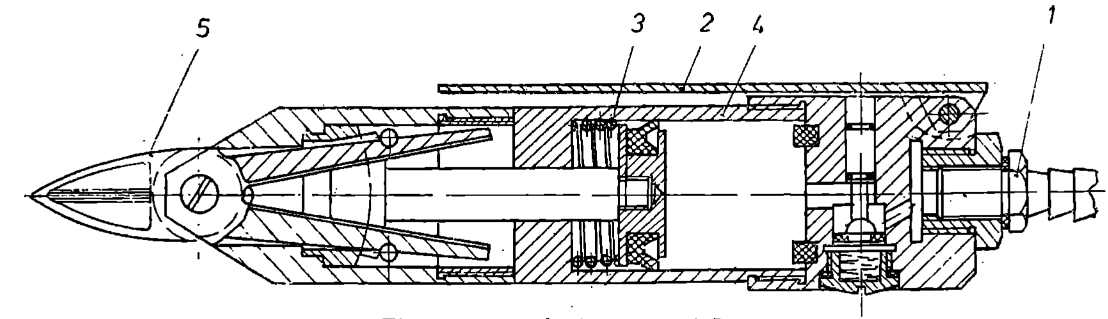


Fig. 2.21. Foarfecă pneumatică:
1 — ştuţ; 2 — manetă; 3 — piston; 4 — cilindru; 5 — foarfecă.

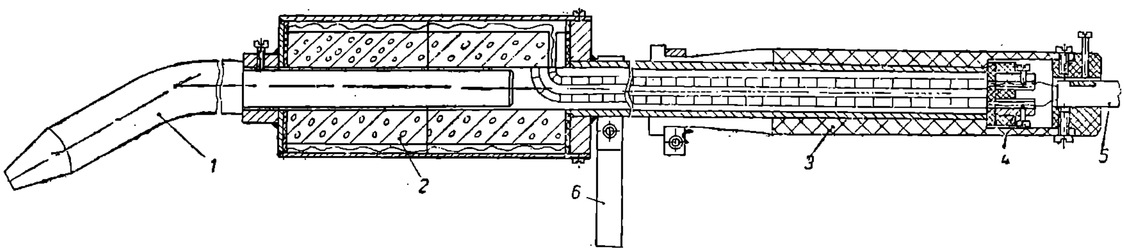


Fig. 2.22. Ciocan de lipit cu rezistenţă:
1 — vîrf de cupru; 2 — rezistenţă; 3 — mîner; 4 — conector; 5 — cablu; 6 — suport.

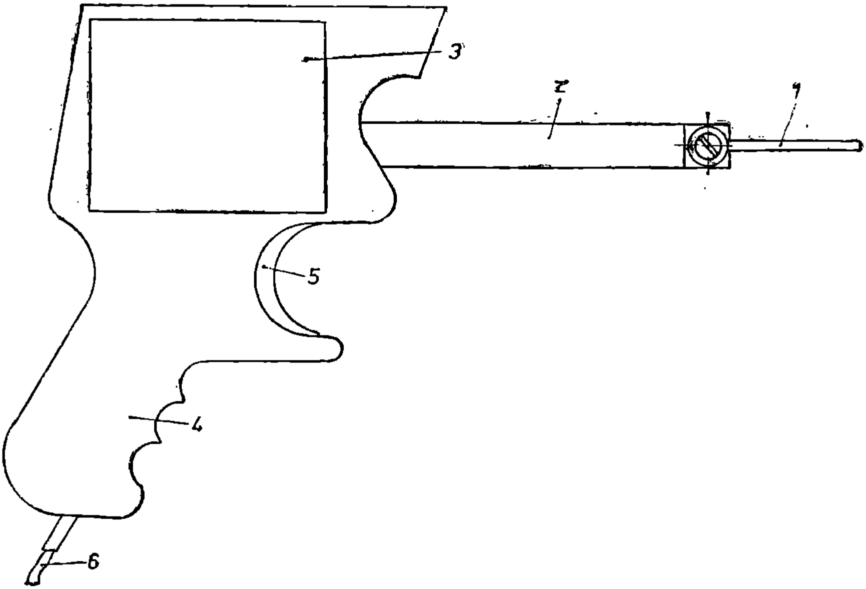


Fig. 2.23. Ciocan de lipit tip pistol:
1 — ansă; 2 — braț; 3 — transformator; 4 — corp; 5 — buton; 6 — cordon.

groase (3 mm). Ciocanul tip pistol se poate folosi numai la conductoare subțiri. Ambele ciocane trebuie alimentate la 24 V pentru a asigura protecția muncii contra electrocutării.

— Cleștele pentru tăiat se folosește la tăierea manuală a conductoarelor.

— Cleștele pentru dezizolat se folosește la dezizolarea conductoarelor izolate cu PVC sau cauciuc siliconic (fig. 2.24).

— Cuțitul de tăiat izolația din hîrtie și pentru curățat emailul.

— Foarfeca de tăiat banda adezivă.

— Clește cioc de rață pentru strîns legăturile.

— Clește semirotund pentru format ochiuri.

— Clește patent pentru strîns conductoare.

— Lampă de spirt pentru arderea lacului izolant.

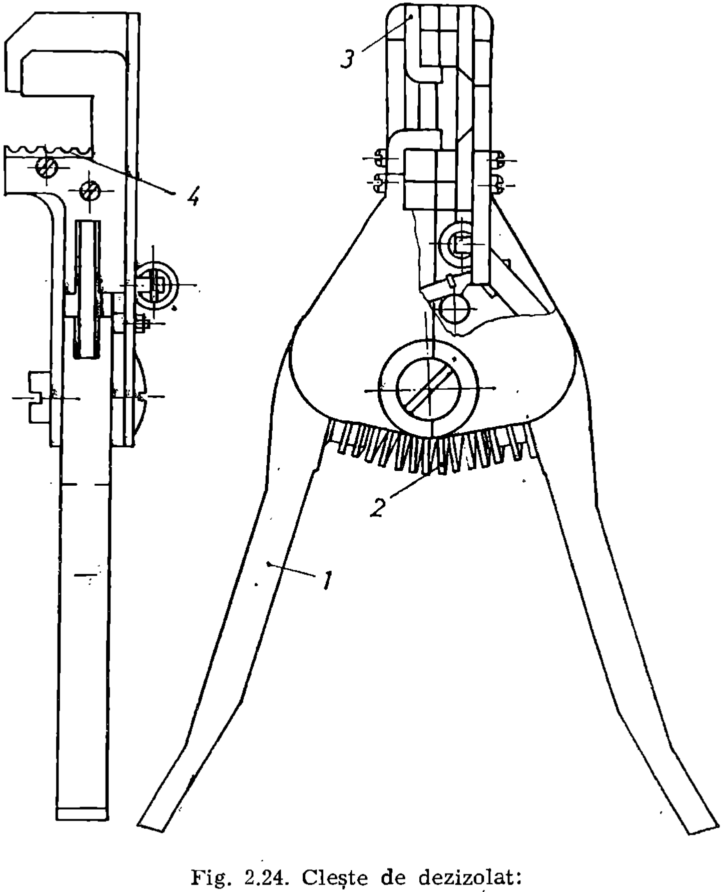


Fig. 2.24. Cleşte de dezizolat:
1 — mîner; *2* — resort; *3* — cap de fixat izolaţia; *4* — cleşte de tăiat izolaţia.

2.3. Tehnologia executării bobinelor

2.3.1. *Tehnologia manuală*

Bobine cu carcasă. Bobinele de serie mică sau cu conductoare foarte groase se execută pe mașini acționate manual. Aceste mașini pot fi improvizate și din mașini de găurit manuale.

Se așază mosorul cu conductor pe un suport orizontal. Acest suport poate fi improvizat dintr-o bară metalică fixată în menghină.

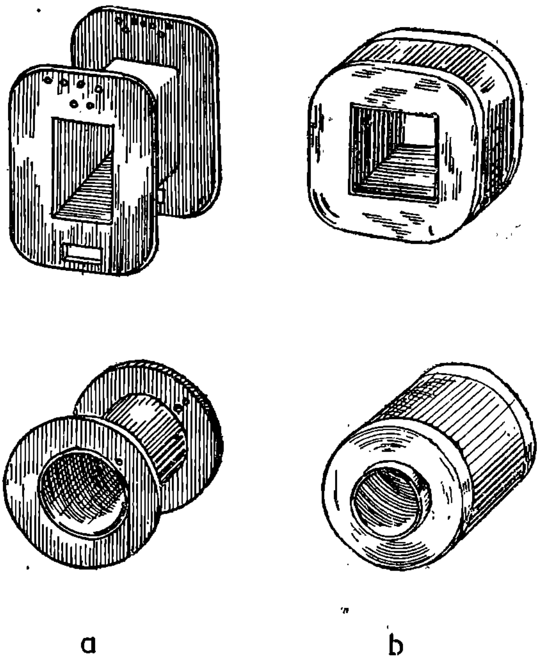


Fig. 2.25. Bobine:
a — cu carcasă; *b* — fără carcasă.

În prima etapă se fixează bornele pe carcasă prin lipire cu rășină epoxidică. Se fixează apoi carcasa cu borne în mașină cu ajutorul unui miez de lemn, care reproduce interiorul carcasei bobinei (fig. 2.25 *a*). Acest miez are ace-

eași înălțime cu carcasa și este prevăzut cu o gaură prin care trece axul mașinii de bobinat. Se introduce miezul în carcasă și apoi cu totul se fixează pe axul filetat al mașinii cu ajutorul unor flanșe de pertinax, izoplac sau textolit fixate prin strîngere cu două piulițe.

Capătul bobinei se fixează, dacă conductorul este gros (peste 0,5 mm diametru), direct pe carcasă cu ajutorul benzii adezive. Capătul se izolează cu tub izolant din PVC. Se trece apoi la bobinare ghidînd conductorul cu mîna astfel ca spirele să se așeze una lîngă alta. După circa 4—5 straturi se așază un strat de hîrtie subţire.

Se continuă bobinarea pînă la realizarea numărului de spire indicat în desen. Apoi se taie conductorul, se leagă capătul bobinei, se introduce în tub izolant PVC și se izolează cu bandă adezivă.

Toată bobina se izolează la exterior cu bandă adezivă. Se fixează o etichetă cu tensiunea de lucru în volți și frecvenţa reţelei în curent alternativ (50 sau 60 Hz) sau semnul de curent continuu (=). Peste etichetă se fixează o bandă transparentă care permite citirea acesteia. Banda transparentă poate fi executată din bandă de pînză impregnată în ulei.

Bobine fără carcasă. Se execută un miez de lemn cu dimensiunile mai mari cu circa 2 mm pe fiecare latură decît interiorul bobinei impus prin model sau desen. Miezul de lemn se găurește pentru introducerea barei de oțel filetate (fig. 2.25, *b*). Lungimea miezului de lemn trebuie să fie mai mică decît înălţimea bobinei cu circa 2 mm.

Se introduce apoi miezul de lemn pe bara de oțel filetată, introducîndu-se la capete cîte o placă de pertinax sau textolit care să ţină loc de flanșe. Se strînge totul cu două piulițe și se introduce bara de oțel în mașina de bobinat.

Se montează pe fiecare latură a miezului de lemn cîte o bucată de bandă jaconet. Se leagă apoi capătul conductorului și se începe bobinarea. La bobinele cu conductor subţire și număr mare de spire se introduc straturi izolante de hîrtie la circa 1 000 de spire. După terminarea bobinei, aceasta se leagă cu aţă de bumbac. Se izolează cu un strat de preșpan subţire (0,25 mm) și se fixează apoi bornele. Se lipesc capetele pe borne. Se trec

apoi cele patru bucăţi de bandă peste bobină şi se leagă strîns pentru a împiedica derularea bobinei la scoaterea de pe miez.

Se scoate bobina de pe miez şi se înfăşoară cu bandă jaconet sau cu bandă de sticlă. Se lipeşte eticheta pe înfăşurarea exterioară.

2.3.2. *Tehnologia bobinării pe maşini semiautomate*

Bobine cu carcasă. Pe maşini semiautomate bobinarea se execută folosind miezuri metalice care au profilul corespunzător interiorului carcasei. Aceste miezuri permit aşezarea simultană a 2 ... 6 carcase pentru a fi bobinate. Pentru a asigura o fixare rapidă a carcaselor se foloseşte un sistem de indexare cu bile acţionate de resoarte (fig. 2.19). Carcasele astfel indexate se pregătesc, simultan cu bobinarea, la un loc de muncă separat amenajat în spatele maşinii de bobinat.

Înainte de introducerea carcaselor pe maşină pentru operaţia de bobinare, se lipesc bornele metalice de carcasele de bachelită cu ajutorul răşinei epoxidice. Întărirea răşinii se execută n aer liber (24 ore la 20°C) sau în cuptor (1 ... 2 ore la 120°C).

După fixarea bornelor se trece la pregătirea bobinării prin introducerea carcaselor pe miezul metalic. Se lipesc legăturile flexibile între borne şi bobină folosind aliaj de lipit. Apoi se fixează legătura flexibilă cu bandă adezivă. Se izolează legătura flexibilă pe toată lungimea ei, exceptînd capătul la care se lipeşte conductorul de bobinaj. Operaţia se execută numai pentru o singură bornă la fiecare carcasă.

Se trece apoi la bobinarea propriu-zisă, rotind capul maşinii de bobinat. Se dezizolează capetele conductoarelor ce urmează a fi lipite. Se lipesc cu aliaj de lipit LP de legătura flexibilă fixată anterior. Se izolează locul lipiturii cu bandă izolatoare adezivă (scotch), avînd grijă să se acopere atît lipitura, cît şi porţiunea de conductor dezizolată. Se întinde apoi conductorul, reglînd tensiunea firului în funcţie de grosimea acestuia pentru a avea o bobină compactă.

Bobinarea se execută cu viteză mare, oprind mașina numai pentru a introduce straturi de hîrtie (dacă este cazul). Unele mașini sînt prevăzute cu numărătoare automate de spire, astfel că la atingerea numărului prestabilit oprirea este comandată de dispozitivul numărare.

În final, mașina se oprește manual sau automat. Urmează apoi fixarea legăturilor flexibile și lipirea lor la capătul bobinei respectiv la borna de racordare. Se izolează cu bandă adezivă locurile dezizolate și apoi se trece la izolarea completă a bobinei, tot cu bandă adezivă. Se introduce eticheta și apoi se acoperă cu bandă uleiată sau cu bandă adezivă transparentă.

Execuția pe mașini neautomate este similară cu cea descrisă mai sus, cu deosebirea că se execută o singură bobină și că se oprește mașina după ce indicatorul de spire arată că bobina are numărul de spire dorit.

Execuția pe mașini automate presupune folosirea unui conductor relativ gros (peste 0,15 mm diametru) cu email, care se dizolvă sub acțiunea cositorului topit autosudabil, permițînd lipirea directă a conductorului bobinei la borne fără a mai introduce conductorul flexibil de legătură.

Pentru rigidizarea legăturii la borne este necesar să se împletească capătul conductorului. Împletirea se face cu ajutorul mașinii de bobinat introducînd firul în 2,3 sau în 4. Se trece apoi la bobinarea propriu-zisă.

La bobinarea pe mașini, spirele nu trebuie să fie riguros lipite unele de celelalte în timpul bobinajului, deoarece conductoarele sînt fabricate cu diferite toleranțe la diametrele prevăzute în standarde și norme. În consecință, avansul trebuie astfel reglat, încît să se obțină un mic spațiu între spire care să permită compensarea acestor toleranțe.

Bobinarea nu este corectă nici dacă spirele sînt strînse una lîngă alta (firul merge înaintea rolei de ghidare) și nici dacă spațiul între spire este prea mare permițînd deplasarea acestora.

În privința tensionării conductorului, se atrage atenția asupra faptului că întinderea prea tare a acestuia duce la depărtarea spirelor din straturile inferioare.

Bobinajul regulat este condiționat și de bobinarea corectă a mosoarelor cu conductor emailat livrate de fabricile producătoare.

Unele firme producătoare recomandă introducerea de hîrtie la 4 ... 5 straturi de spire.

Pierderea de spațiu datorită introducerii hîrtiei este compensată în unele cazuri de cîștigul de spațiu datorită realizării unui bobinaj regulat. În acest fel, se elimină pericolul ca ultimele spire să cadă peste primele, ceea ce duce la deteriorarea rapidă a bobinei prin străpungerea stratului de email izolant.

Oprirea automată efectuîndu-se cu numărătoarea de spire, este necesar să se execute, înaintea începerii bobinării, reglarea numărului de spire prevăzut în documentație.

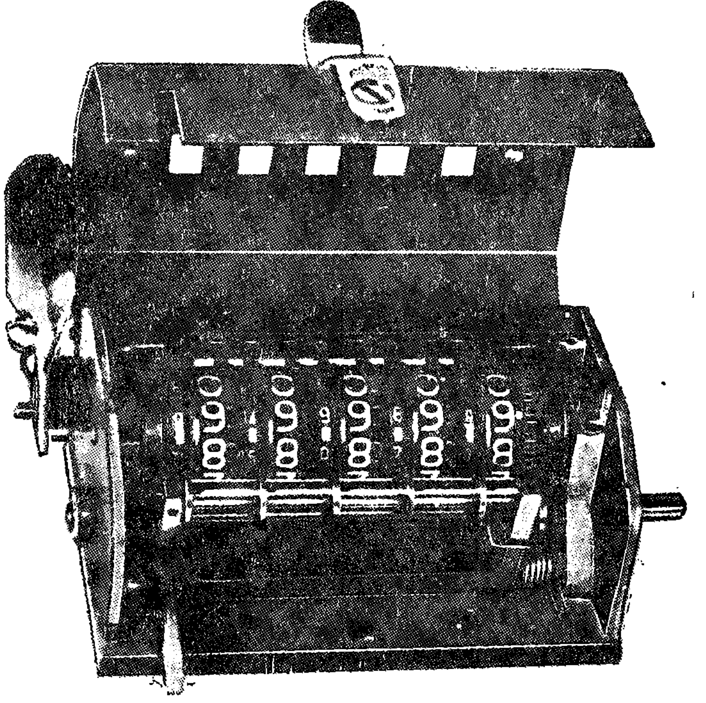
Fiecare numărător are cinci discuri de numărare și cinci discuri de reglaj (fig. 2.26). În acest fel se pot număra spirele de la 1 la 99 999. Fiecare disc de reglaj poate fi rotit față de discul de numărare pentru a fixa numărul de spire dorit.

Pentru a efectua reglajul se apasă în primul rînd pe pîrghia care aduce numărătorul la zero. Apoi se desface capacul numărătorului și se introduce vîrful unei croșete *5* în gaura practicată în cifra zero a discului numărător, corespunzător treptei unităților. Se apleacă croșeta spre stînga pînă cînd tija *6* se deplasează și eliberează discul de reglaj *2*. Se rotește discul de reglaj pînă cînd cifra unităților impusă în documentație (ex. cifra 7) ajunge în dreptul cifrei zero a discului de numărare. Se scoate croșeta *5* și tija *6* blochează din nou discul de numărare. Momentul blocării este marcat de un mic țăcănit care poate fi cu ușurință sesizat.

Se repetă apoi manevra în discurile de reglaj corespunzător cifrelor ce reprezintă zeci, sute, mii etc.

Seria de cifre aflată pe discurile de reglaj în dreptul cifrei zero arată numărul de spire reglat.

La reglajul numărului de spire trebuie ținut seama de inerția mașinii care adaugă de la sine cîteva spire în plus față de cele reglate. De exemplu, dacă reglăm ma-



a

b

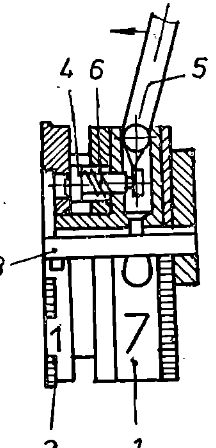


Fig. 2.26. Numărător de spire:

a — ansamblu; *b* — detaliu reglaj; *1* — disc numărare; *2* — disc reglaj; *3* — ax; *4* — tijă blocare; *5* — croșetă; *6* — resort.

șina pentru 500 de spire ea se va opri la 504 spire. În consecință reglajul trebuie refăcut la 496 de spire pentru ca pe bobină să avem realmente 500 de spire.

2.4. Instalații pentru impregnarea bobinelor

Pentru a impregna bobinele se folosesc următoarele procedee:

— prin imersie în vase cu lac izolant;
— prin impregnare sub presiune.

Impregnarea prin imersie a bobinelor nu dă rezultate prea bune, deoarece în masa bobinei rămîne înglobată o mare cantitate de aer. Pentru eliminarea aerului se folosesc uneori dispozitive de vibrare acționate cu electromagneți de curent alternativ. Prin vibrare bulele de aer se ridică la suprafața materialului de impregnare, permițînd o pătrundere mai bună a lacului între spirele bobinei.

Impregnarea sub presiune se realizează folosind o instalație specială. O astfel de instalație este compusă din următoarele elemente:

— amestecător;
— dozator;
— vas de păstrare;
— vas de impregnare;
— pompă de vid;
— pompă de presiune sau rețea de aer comprimat;
— filtru de uscare a aerului.

Amestecătorul *1* se compune dintr-un rezervor metalic prevăzut cu orificiu de introducere a substanțelor de impregnare (fig. 2.27). Pentru a accelera amestecul acestor substanțe vasul este prevăzut cu un agitator cu motor vertical aflat în afara vasului și paletă introdusă în vas.

Amestecul de impregnare este lăsat să curgă printr-un robinet *6* într-un al doilea vas de sticlă gradat *2* denumit dozator. Din acest vas, printr-un robinet *7*, amestecul de impregnare se introduce într-un vas de păstrare *3* prevăzut cu pereți dubli (manta). Prin această manta circulă apă de răcire și în felul acesta se păstrează constantă

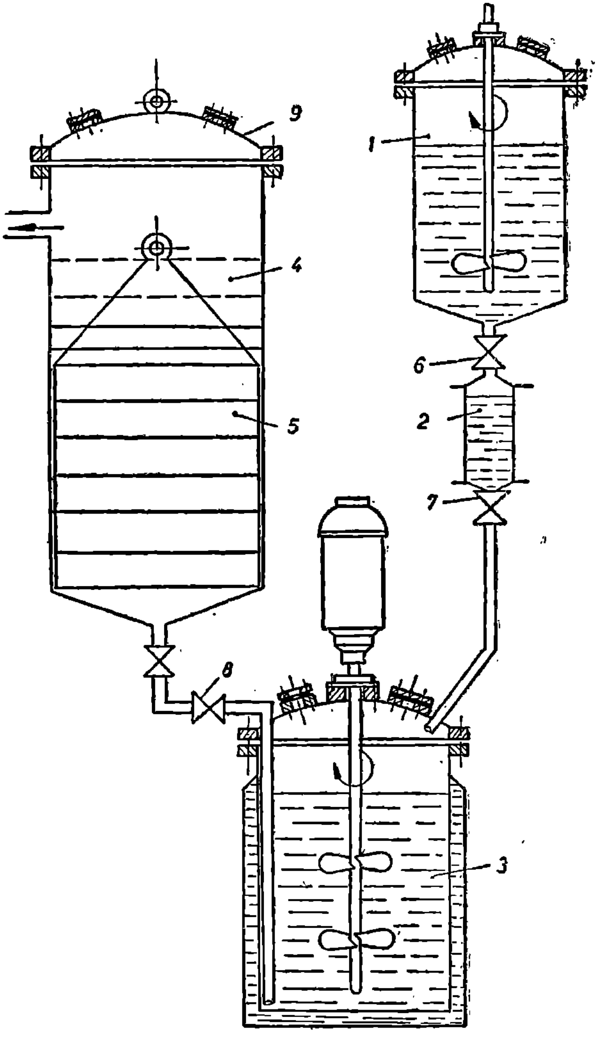


Fig. 2.27. Instalație de impregnat bobine (vedere laterală):

1 — amestecător; *2* — dozator; *3* — vas de păstrare; *4* — vas de impregnare; *5* — coș cu bobine; *6, 7, 8* — robinete; *9* — capac.

temperatura rășinii din vas și mult sub valoarea de întărire a ei.

De asemenea, vasul de păstrare este prevăzut cu motor vertical aflat în exteriorul vasului, care prin intermediul unui ax acționează o serie de elici aflate în interior. Rolul acestor elici este de a agita amestecul de impregnare și ca urmare a-l menține omogen și la aceeași temperatură în toată masa lui.

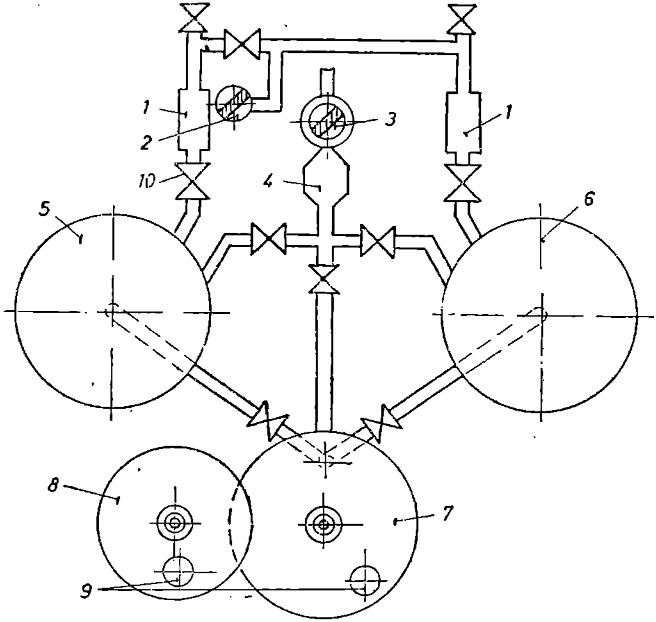


Fig. 2.28. Instalație de impregnat bobine (vedere de deasupra):
1 — filtru de aer; 2 — pompă de aer; 3 — pompă de vid; 4 — filtru; 5 și 6 — vase de impregnare; 7 — vas de păstrare; 8 — vas de preparare; 9 — capace de vizitare; 10 — robinete.

Din acest vas, amestecul de impregnare este împins, prin robinetul *8*, în vasul de impregnare *4*. Acest vas are un capac de oțel *9*, ce se ridică cu ajutorul unui palan. În vas se introduce un coș *5* executat din plasă de sîrmă întărită cu benzi de oțel, în care se introduc bobinele ce trebuie impregnate.

În fig. 2.28 este arătată întreaga instalaţie văzută de sus. După cum se vede instalaţia este prevăzută cu două vase de impregnare *5* şi *6*, un compresor de aer *2*, o pompă de vid *3*, două filtre de uscare a aerului *1*.

Instalaţia este realizată cu tuburi de plastic transparent întărite cu armătură de sîrmă, pentru a rezista la presiunile care iau naştere în timpul operaţiilor de impregnare. De asemenea, sînt prevăzute mai multe robinete de închidere *10*.

În fig. 2.29 este arătat un dozator. Dozatorul este compus din două flanşe de metal *2* şi *5* prinse prin tiranţii *3*. Între flanşe se află un tub de sticlă gradat *4* etanşat la capete prin garniturile *1*.

Uscătorul de aer are o construcţie similară cu cea a dozatorului, cu deosebirea că ţeava de sticlă nu este gradată. Această ţeavă se umple cu silicat de sodiu (silicagel), care are proprietatea de a absorbi umiditatea din atmosferă, cînd silicagelul îşi schimbă culoarea şi devine albastru intens el trebuie schimbat sau uscat într-un cuptor.

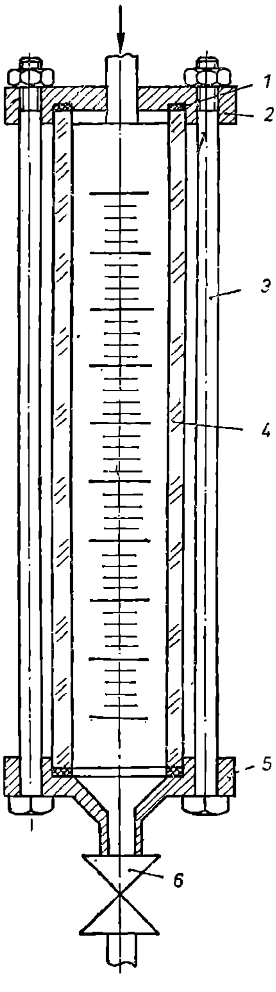


Fig. 2.29. Dozator de lac pentru impregnare:
1 — garnitură cauciuc; *2* — flanşă superioară; *3* — tiranţi; *4* — vas de sticlă gradat; *5* — flanşă inferioară; *6* — robinet.

2.5. Instalaţii de turnare

Uneori în locul impregnării se folosesc alte materiale pentru rigidizarea bobinelor şi anume turnarea acestora în răşini epoxidice sau poliesterice.

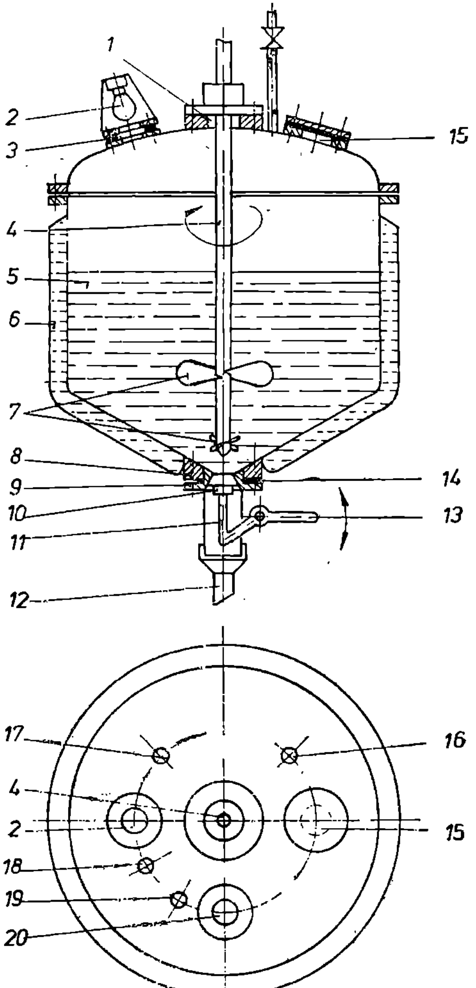


Fig. 2.30. Instalația de păstrat rășina de turnare:

1 — lagăr; *2* — lampă; *3* — fereastră; *4* — axul agitatorului; *5* — rășina de turnare; *6* — manta de încălzire; *7* — elice de agitare; *8* — orificiu de turnare; *9* — scaun de etanșare; *10* — dop; *11* — braț de acționare; *12* — tub de turnare; *13* — pîrghie; *14* — garnitură; *15* — vizor; *16* — orificiu de admisie aer; *17* — orificiul de evacuare aer; *18* — monometru de vid; *19* — termometru; *20* — gură de vizitare.

În fig. 2.30 se află prezentată o instalație mai simplă pentru pregătirea și păstrarea rășinii de turnare.

Instalația cuprinde un vas metalic prevăzut cu încălzire și amestecător. În capacul vasului este prevăzut un lagăr *1* etanș la aer și străbătut de axul *4* al agitatorului. O lampă *2* luminează printr-o fereastră *3* interiorul vasului.

Substanța de turnare este introdusă prin orificiul *15* și este agitată de elicea *7*. Mantaua de încălzire *6* este parcursă de ulei încălzit cu ajutorul unei rezistențe electrice.

Scurgerea substanței de turnare se face printr-un orificiu *8*, pe care se sprijină scaunul de etanșare *9* prevăzut cu garnitura *14* și acționat de pîrghia *13* prin brațul *11*. Dirijarea substanței se face cu ajutorul tubului *12*.

Admisia aerului se face prin orificiul *16*, iar pomparea aerului prin orificiul *17*. Pe capac se mai află un manometru de vid *18* și un termometru *19*.

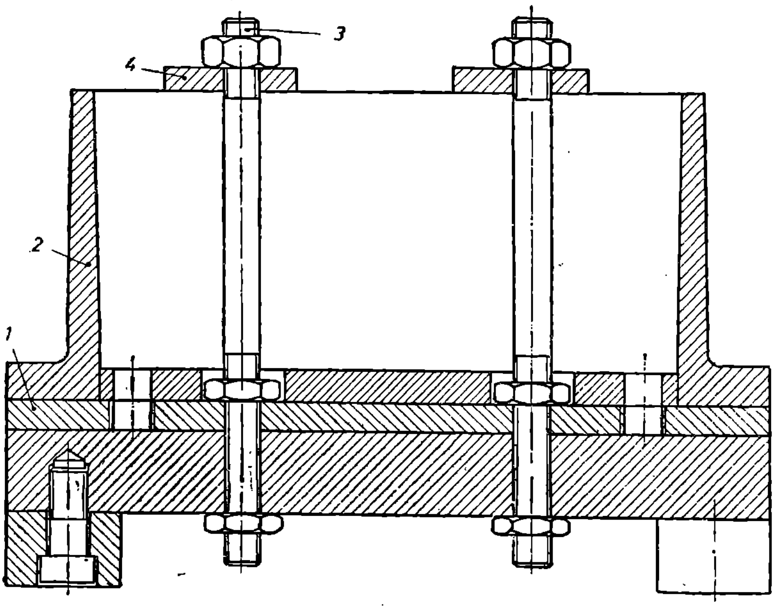


Fig. 2.31. Matrițe turnate pentru bobine:
1 — placă; *2* — corp; *3* — tirant; *4* — capac.

Agitatorul trebuie să aibă o turație cuprinsă între 100 și 500 de rotații. Temperatura de păstrare a rășinei este de 50°C.

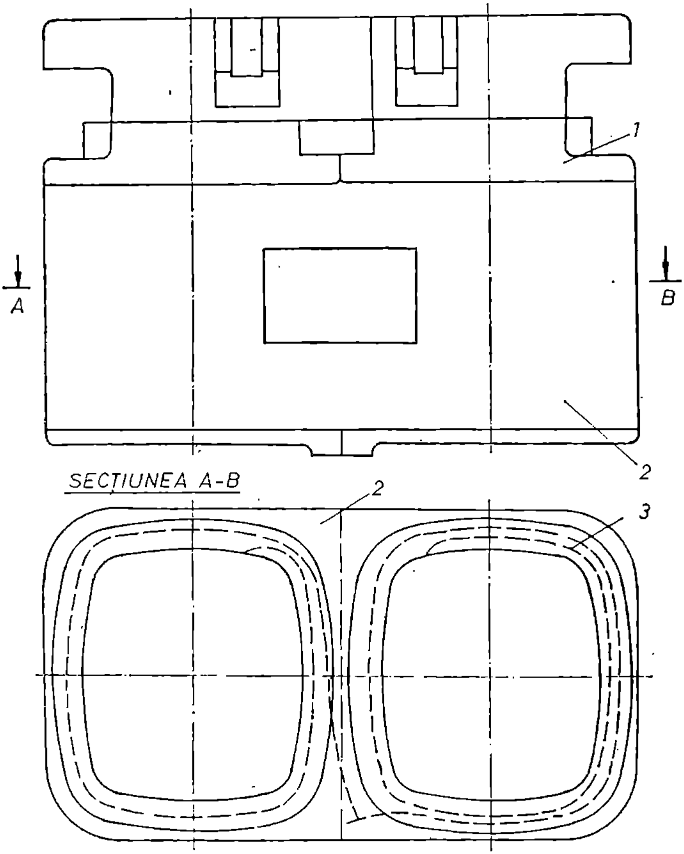


Fig. 2.32. Bobine turnate cu carcasă de bachelită:
1 — corp; 2 — masă turnată; 3 — bobină.

Bobinele de turnat se introduc în matrițe metalice (fig. 2.31). Matrițele trebuie unse cu lac siliconic pentru a împiedica lipirea lacului pe pereții matriței.

Unele bobine nu au nevoie de matrițe, deoarece carcasele bobinei servesc ca suport pentru lacul de turnare (fig. 2.32).

În cazul cînd pentru întărirea lacului de turnare este necesar să se încălzească bobinele, trebuie să folosim în instalație un cuptor care să ridice temperatura la 120° ... 130°C.

2.6. Tehnologia impregnării bobinelor

Tehnologia impregnării bobinelor sub presiune fiind cea mai răspîndită, se va descrie în continuare acest procedeu.

Deoarece rășinile epoxidice sînt cele mai moderne și dau cele mai bune rezultate în ceea ce privește rigiditatea spirelor, precum și o rigiditate dielectrică ridicată, vom lua ca exemplu tehnologia de impregnare cu astfel de rășini.

Ne vom referi la impregnarea cu rășină epoxidică Araldit (MY 745) folosind întăritor (HY 905), flexibilizator (DY 040) și accelerator (DY 061).

Impregnarea, cu aceste produse, este destinată bobinelor tuturor aparatelor care lucrează în aer, atît în condiții normale, cît și în condiții tropicale, precum și la bobinele folosite în condiții grele de exploatare (tracțiune electrică).

Impregnarea se execută în instalația special construită, și amenajată în acest scop, descrisă la capitolul anterior.

Materialele folosite la impregnare sînt următoarele:

1. Rășină epoxidică (Araldit MY. 745) . . 100 părți de volum;
2. Întăritor (HY. 905) . . . . 100 părți de volum;
3. Flexibilizator (DY. 040) . . . . 1,7 părți de volum;
4. Accelerator (DY. 061) . . . . 0,04 părți de volum;
5. Unguent (QZ. 13).

În tabelul 2.1 se dau diferite proporții pentru realizarea amestecului de impregnare.

Pentru impregnare sînt necesare următoarele scule și utilaje:

— cilindru gradat de 1 000 cm^3 pentru măsurarea flexibilizatorului;

— cilindru gradat de 50—100 cm^3 pentru măsurarea acceleratorului;

— oală emailată de 25 kg pentru măsurarea rășinii și întăritorului;

— răzuitoare cu mîner pentru scurgerea materialului;

Tabelul 2.1

REȚETE

pentru prepararea lacului de impregnare

Cantitatea totală kg	Rășina MY 745 (50%) kg	Întăritor HY 905 (50%) kg	Flexibilizator DY-040 (1%) g	Accelerator DY0-61 (0,3%) g	Amestec flexibilizator accelerator, g	Observații
20	10	10	200	6,0	206	Atenție! La cantități mici (20—40 kg) care se pregătesc pt. consumul zilnic, în amestecătorul II se va adăuga flexibilizatorul și se amestecă numai înaintea impregnării
25	12,5	12,5	250	7,5	267,5	
30	15	15	300	9,0	309	
35	17,5	17,5	350	11,0	361	
40	20	20	400	12,0	412	
50	25	25	500	15,0	515	
60	30	30	600	18,0	618	
80	40	40	800	24,0	824	
100	50	50	1000	30,0	1030	
120	60	60	1200	36,0	1236	
140	70	70	1400	42,0	1442	
160	80	80	1600	48,0	1648	
180	90	90	1800	54,0	1854	
200	100	100	2000	60,0	2060	

— pîlnie de tablă pentru manipularea materialelor în amestecător;

— sticlă colorată cu dop șlefuit de maximum 10 kg pentru păstrarea flexibilizatorului;

— sticlă colorată cu dop șlefuit de maximum 0,5 kg, pentru păstrarea acceleratorului;

— sticlă colorată de 1 kg pentru păstrarea amestecului flexibilizator-accelerator;

— vergea de oțel — argint pentru încercarea viscozității din amestecător;

— 30 site speciale destinate impregnării;

— coșuri speciale pentru manipularea sitelor;

— cărucioare speciale pentru introducerea în cuptor;
— două tăvi speciale pentru colectarea rășinii de la autoclave;
— tavă specială cu sită pentru scurgerea lacului de pe bobinele din site;
— chei speciale pentru strîngerea și desfacerea șuruburilor la capacele autoclavelor;
— pensulă de 1″ pentru ungerea sitelor cu QZ.13;
— pînză pentru șters;
— mănuși antiacide subțiri.

Toate aceste scule se vor păstra curate la locurile stabilite în atelierul de impregnare.

Pregătirea amestecului. Pentru facilitarea preparării amestecului de impregnare se va căuta să se ia în considerare condițiile în care sînt livrați cei doi componenți principali (rășina și întăritorul), astfel:
— rășina epoxidică în bidoane de 75 kg respectiv 62,5 litri;
— întăritor în bidoane de 25 kg respectiv 20,85 litri.

A. Pentru începerea impregnării se toarnă mai întîi în amestecător cantitatea de 75 kg (un bidon) respectiv 62,5 litri rășină epoxidică și 3 bidoane a cîte 25 kg respectiv 62,5 litri întăritor. În tot acest timp malaxorul amestecătorului va funcționa continuu.

Pentru răcirea amestecului se va deschide robinetul pentru apă rece.

B. Se măsoară apoi cu cilindrul gradat de 1 000 cm^3 cantitatea de 1 063 cm^3 de flexibilizator.

C. Se măsoară apoi cu cilindrul gradat de capacitate 50 cm^3 cantitatea de 25 cm^3 de accelerator.

Se amestecă bine apoi ambii componenți și se toarnă în amestecător.

Cu aceasta, pregătirea lacului pentru impregnare este terminată.

Completarea amestecului în timpul funcționării. La impregnare se consumă o cantitate oarecare de amestec. Acest consum poate fi urmărit în permanență după nivelul indicatorului care se află deasupra amestecătorului.

Cantitatea consumată trebuie în mod obligatoriu completată cu amestec proaspăt. Pentru aceasta este indicat

ca în fiecare dimineață să se completeze cantitatea consumată în ziua precedentă.

Pentru completare se va proceda în felul următor:

A. În mod practic se va lucra cu trei componenți în loc de patru și anume:

a) rășină epoxidică;

b) întăritor;

c) amestec accelerator+flexibilizator.

Amestecul de la punctul c poate fi păstrat cîteva săptămîni în sticlă bine închisă cu dop șlefuit.

Amestecul poate fi preparat dinainte în cantitate fixă. Astfel recomandăm să se prepare ori de cîte ori este nevoie următorul amestec:

a) flexibilizator . . . . . . 480 cm^3;
b) accelerator . . . . 12 cm^3.

La nevoie se pot dubla cantitățile respective.

B. Se toarnă în amestecătorul *2* cantități egale (volumetrice) de rășină epoxidică și întăritor. Cantitățile vor fi calculate în așa fel încît să nu rămînă în amestecătorul *2* amestec de pe o zi pe alta.

C. În funcție de cantitatea de amestec (rășină apoxidică și întăritor) introdusă în amestecătorul *1*, care se măsoară cu ajutorul vasului intermediar gradat în litri, se introduce cantitatea necesară de amestec flexibilizator — accelerator. Această cantitate se află cu ajutorul diagramei din fig. 2.33.

D. Cantitatea de amestec flexibilizator — accelerator aflată din diagramă se toarnă în amestecătorul *1* prin pîlnia fixă de pe capac.

Adaosul de flexibilizator și accelerator trebuie să fie dozat cît se poate de precis, deoarece ambele influențează viscozitatea lacului și procesul de polimerizare. Un adaos de accelerator DY-061 peste limita prescrisă duce la o creștere foarte mare a viscozității și accelerează polimerizarea. Un adaos de flexibilizator mai mic decît cel prescris mărește timpul de polimerizare, crescînd viscozitatea masei de impregnare și procesul de impregnare devine nerentabil, deoarece scumpește prețul de cost.

Important este raportul, masa de impregnare folosită față de masa de impregnare nouă. Cu cît este mai mare

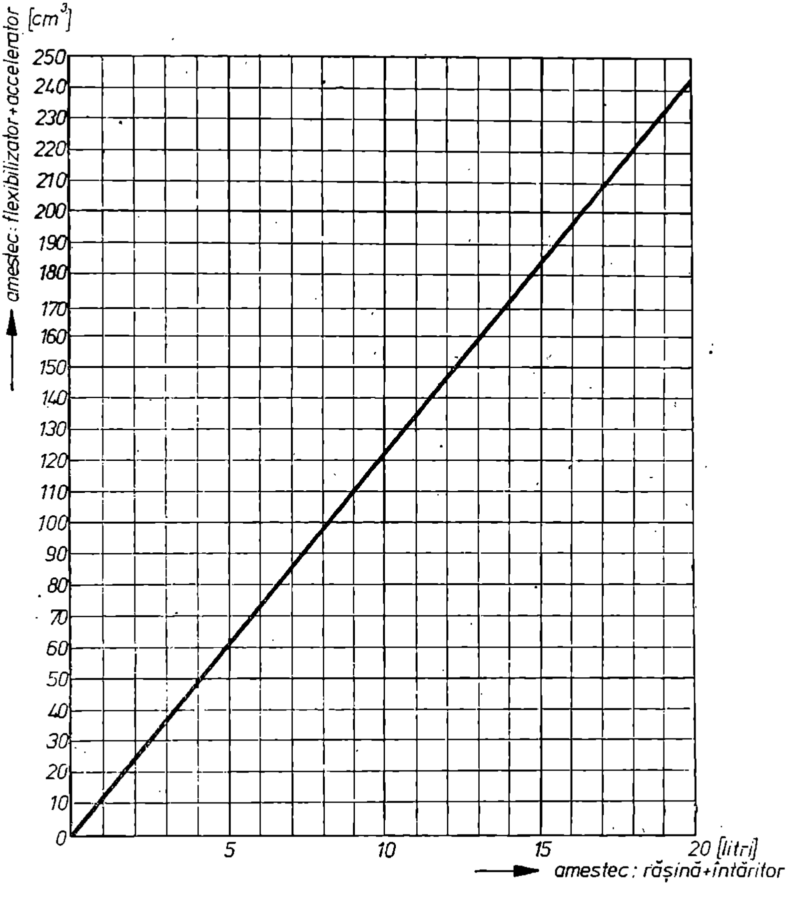


Fig. 2.33. Raportul de amestec rășină și întăritor cu amestecul flexibilizator și accelerator:

Raportul accelerator-flexibilizator este de 2,5% din volum; de exemplu:

480 cm^3 flexibilizator DY-040;

12 cm^3 accelerator DY-061.

Raportul rășină-întăritor este de 100% din volum; de exemplu

5 l rășină MY 745;

5 l întăritor HY 905.

cantitatea de amestec nou introdus față de cantitatea de amestec vechi, cu atît mai mare poate fi aleasă doza acceleratorului prin care se reduce timpul de întărire.

Bobinele sînt aduse în atelierul de impregnat în containere. Acestea se depozitează pe masa așezată în stînga intrării. Se așază bobinele în site în așa fel încît coeficientul de umplere să fie maximum. Se va ține seama, la așezare, de posibilitatea de stivuire a bobinelor mari cu cele mici (bobinele mici vor fi așezate în golurile bobinelor mari).

Poziția bobinelor în site va fi astfel aleasă încît nervurile și intrîndurile să se găsească în partea de jos, în felul acesta se asigură condițiile necesare ca scurgerile de lac să se facă cît mai bine și rapid.

Sitele pline vor fi așezate în coșuri.

Impregnarea. Containerele cu site vor fi transportate în dreptul macaralei și introduse în autoclavă.

Autoclavele nu funcționează concomitent, cînd una din ele se încarcă, în cealaltă are loc procesul de impregnare propriu-zis.

După ce s-a umplut, se închide capacul autoclavei, se strîng șuruburile; se așază lampa de control deasupra capacului.

Se face vid după ce mai întîi s-au deschis robinetele de pe conductele de vidare.

În momentul cînd vidul a atins depresiunea de 600 mm Hg, se deschid vanele de pe conducta de admisie a lacului din amestecătorul *1*. Timpul de vacuum va fi în funcție de grosimea spirelor.

Pentru manipularea cu ușurință a lacului, viscozitatea trebuie să fie foarte mică. Pentru aceasta e nevoie ca lacul să fie încălzit în amestecătorul *1* pînă la temperatura de 40...45°C. Acest lucru se face prin închiderea circuitului de apă rece și deschiderea robinetului de pe conducta de apă caldă.

Atenție! Nu se va ridica temperatura lacului peste această temperatură, întrucît, venind în contact cu bobinele încălzite în autoclavă, există pericolul de a depăși temperatura maximă admisibilă de 60°C. Peste această temperatură, are loc o reacție rapidă de întărire a lacului.

Bobinele sînt inundate de lac într-un timp relativ scurt, circa 3 min. În acest timp, se observă prin vizorul capacului autoclavei momentul cînd lacul a acoperit complet bobinele. Imediat ce acest moment a fost depășit, se închide robinetul de pe conducta de vidare și se oprește pompa de vid. Se deschide apoi robinetul de pe conducta de presiune și se introduce aer comprimat în autoclavă.

Presiunea necesară impregnării este de circa 4 atm. În acest timp se încearcă şi supapa de siguranţă a autoclavei pentru a vedea dacă nu e blocată.

Durata menţinerii sub presiune a lacului din autoclavă variază în funcţie de mărimea bobinelor, respectiv densitatea bobinajului. Astfel, la bobinele mici, care au înfășurări formate din conductoare cu diametru foarte mic, durata va fi de maximum 30 min. La bobinele mari, care au înfășurări formate din conductoare cu diametru mare, durata va fi de aproximativ 15 min.

După trecerea acestui timp, se închide robinetul de pe conducta de presiune și se deschide ușor robinetul de pe conducta de evacuarea aerului.

Se deschide apoi imediat robinetul de la pîlnia fixă, de pe capacul amestecătorului *1* și se dă drumul lacului pentru a fi evacuat ușor în amestecător, cu presiune redusă. Acest lucru se face prin deschiderea celor două vane de la capetele conductei care face legătura dintre autoclavă și amestecător. *Atenţie!* La această operație se va lucra cu presiune redusă, pentru a evita presiuni mari în amestecătorul *1*.

După ce lacul a fost complet transvazat în amestecător, se închid vanele. Se lasă un timp (cel puţin 5 min) ca lacul să se scurgă complet de pe bobine, se mai deschid încă o dată vanele și se evacuează și restul de lac acumulat din scurgeri.

În momentul cînd presiunea din autoclavă este nulă (aceasta se verifică prin deschiderea supapei de siguranţă), se desfac şuruburile capacului și se scot bobinele. *Atenţie!* Nu se vor slăbi șuruburile înaintea scăderii presiunii la zero.

Coșul cu bobine se așază pe tava de scurgere. Se desface cîrligul de siguranță și se scot sitele bucată cu bucată pe măsură ce bobinele se așază pe dispozitivele de uscat.

Uscarea și polimerizarea bobinelor. După ce bobinele au fost așezate pe dispozitive, se introduc în cuptor pentru polimerizat.

Tabelul 2.2

Temperatura, în °C	Durata de polimerizare, în ore
100	16
120	10

Durata de polimerizare e în funcție de temperatura existentă în cuptor. În tabelul 2.2 se indică durata de polimerizare în funcție de temperatură.

Temperatura în cuptor nu va depăși 120°C. Bobinele care au capetele conductoarelor izolate cu PVC nu vor fi deci impregnate în instalație.

În timpul polimerizării, resturile de lac rămase pe bobine se vor scurge în containere pînă ce temperatura bobinelor a atins 100°C, cînd începe polimerizarea. Aceste resturi se scurg în tăvile anexate dispozitivelor.

Colectarea acestui lac este necesară, deoarece prin aceasta se reduc considerabil pierderile de lac. Lacul colectat fiind totuși în cantitate mică — față de masa de impregnare din amestecător — se poate adăuga în amestecător odată cu lacul proaspăt care se adaugă în fiecare zi.

Bilanțul timpului de lucru pentru ciclu de impregnare. Consumul total de timp necesar impregnării unei șarje de bobine este arătat în tabelul 2.3.

Considerații generale cu privire la depozitarea, păstrare și folosirea materialelor în instalație. Lacul preparat se păstrează, atît în timpul liber, cît și în perioadă de timp dintre două cicluri, în amestecătorul *1*, la o temperatură cît mai joasă. Pentru aceasta, ori de cîte ori lacul se găsește în amestecător, în poziție de repaus, prin mantaua amestecătorului va circula apă rece.

Răcirea lacului se va face permanent, inclusiv în zilele de duminică și sărbători legale, altfel există pericolul de întărire, îngroșare și stricarea amestecului.

Depozitarea materialului se face în bidoane bine închise și la temperatură de maximum 20°C.

Tabelul 2.3

Operația	Timpul, min
Așezarea bobinelor în autoclavă și închiderea acesteia	10
Vacunm în autoclavă	10
Inundarea cu lac de impregnare	5
Impregnarea sub presiune	30
Reducerea presiunii	5
Scurgerea lacului și transvazarea lacului în amestecător, deschiderea capacului	5
Scoaterea sitelor din autoclavă	5
TOTAL:	70

Nu e indicat să se păstreze o cantitate mai mare de materiale, în incinta atelierului. În mod normal, se va păstra acea cantitate care este necesară pentru o perioadă 3 ... 4 zile.

Tubul cu silicagel pentru uscarea aerului de pe rețea va fi demontat săptămînal și uscat timp de 3 ore la 120°C.

Norme de protecția muncii și higienă industrială. Este strict interzis să se lucreze în instalație fără mănuși de protecție.

Mîinile vor fi unse la fiecare început de schimb cu vaselină aracet, pentru a preveni eventuale dermatoze. Persoanele sensibile la dermatoze vor fi înlocuite.

Este strict interzis producerea de scîntei, fumatul, depozitarea orcărui material inflamabil și umblatul cu foc deschis.

Ventilaţia trebuie să funcţioneze în tot timpul cît instalaţia funcţionează.

Este strict interzis introducerea în incinta instalaţiei a lichidelor inflamabile ca: benzină, alcool, tiner, acetonă etc.

Este strict interzisă murdărirea pardoselei cu resturi de material rezultate de la scurgeri.

Toate sculele ajutătoare vor fi păstrate la locurile indicate după ce mai întîi au fost bine curăţate.

2.7. Tehnologia turnării bobinelor

În cele ce urmează vom indica tehnologia de turnare a bobinelor atît în răşini epoxidice, cît şi în răşini poliesterice.

Avantajul acestora din urmă este că ele se întăresc la temperatura ambiantă (20°C).

Turnarea bobinelor în răşini epoxidice. *Generalităţi.* Răşina epoxidică de turnare Dinox 110 este o răşină solidă la temperatura ordinară, care devine insolubilă şi infuzibilă prin reacţie, la temperaturi între 100 ... 200°C, cu întăritorul F.

Întărirea se face fără degajare de substanţe volatile, de aceea nu necesită presiune, iar contracţia la întărire este foarte mică, maximum 2%.

Datorită proprietăţilor mecanice, termice şi electroizolante superioare pe care le posedă, răşina Dinox 110 este utilizată ca răşină de turnare în electrotehnică (Dinox 110 E). Răşina are o culoare brună, este fuzibilă şi solubilă în esteri, cetone, alcooli superiori, hidrocarburi aromatice.

Întăritorul F este anhidridă ftalică care se prezintă ca o pulbere albă sau ace albe.

Utilaje necesare. Pentru turnarea răşinilor epoxidice sînt necesare următoarele utilaje şi dispozitive:

— instalaţie pentru încălzire, amestecare şi turnare;

— cuptor cu reglare automată a temperaturii între 100 ... 200°C;

— cîntar „Balanţa Sibiu“ cu greutăţi între 1 ... 10 kg;

— termometru cu scara 0—200°C;

— ceas;

— forme de turnare (matriţe);

— pensulă pentru ungerea formelor;

— mănuşi medicinale de cauciuc şi ochelari de protecţie;

— vase pentru păstrarea răşinii şi întăritorului.

Materialele necesare. Materialele necesare sînt următoarele:

— răşină epoxi Dinox 110, 100 părţi de greutate;

— întăritor F (Anhidridă ftalică), 30 părţi de greutate;

— umplutură (praf de porţelan măcinat, fie sub formă de făină), 180 părţi de greutate;

— vaselină siliconică pentru ungerea formelor şi matriţelor.

Pregătirea pentru turnare. După ce se cîntăresc materialele în proporţiile stabilite mai sus şi în cantităţile necesare, se procedează în felul următor:

Se toarnă răşina Dinox 110 E în amestecător şi se încălzeşte la 125 . . . 130°C, pînă ce masa capătă această temperatură. Menţinerea răşinii în aceste condiţii nu-i modifică proprietăţile fizice şi chimice.

Peste răşina încălzită, la această temperatură, se toarnă umplutura de porţelan şi se amestecă bine pînă cînd se omogenizează perfect. Operaţia durează între 10 . . . 15 min.

Se toarnă întăritorul F în pîlnia anexă şi se încălzeşte la temperatura de 100°C pînă cînd se lichefiază complet. Se va avea în vedere ca întăritorul încălzit să aibă capacul aşezat pe pîlnie, în aşa fel, încît să nu se evapore. În timpul încălzirii întăritorului şi a turnării materialului, ventilaţia trebuie să funcţioneze continuu.

Pregătirea formei pentru turnare. Forma mai întîi trebuie să fie foarte bine degresată. Degresarea se face fie cu acetonă, fie cu tiner. Partea interioară a formei se unge foarte bine cu vaselină siliconică. Ungerea trebuie făcută cît mai uniform şi subţire.

Se iau apoi formele şi se introduc în cuptor şi se încălzesc la o temperatură de 120°C. Încălzirea se face în timp, aşa că trebuie menţinute cel puţin 2 ore acele

forme care au o greutate de maximum 2 kg. Pentru formele care au o greutate mai mare, timpul de menţinere în cuptor este mai mare.

Turnarea în forme. Se scot formele din cuptor și se așază sub amestecător (malaxor), în acest moment se toarnă întăritorul în pîlnie și se încălzește la temperatura de mai sus. Pe măsură ce întăritorul se topește, curge direct în vasul cu rășină și se amestecă continuu.

În momentul cînd întreaga cantitate de întăritor a fost introdusă în vasul cu rășină, se amestecă bine pînă la o omogenizare perfectă a celor trei componenţi și se toarnă apoi în formele respective.

Prin adăugarea întăritorului vîscozitatea rășinii scade, astfel încît amestecul poate curge ușor în forme. Deoarece vîscozitatea amestecului la temperaturi peste 100°C crește destul de repede într-un timp foarte scurt, turnarea trebuie făcută în maximum 5...10 min de la adăugarea întăritorului. Dacă acest timp se prelungește vîscozitatea devine atît de mare încît amestecul nu se mai poate turna.

Turnarea se face de la înălţime mică pentru a evita înglobarea de bule de aer în masa topiturii.

Întărirea materialului turnat. Întărirea rășinii se face la temperatură între 100...200°C. Timpul variază în funcţie de temperatură, astfel:

24 ore la 100°C;
16 ore la 120°C;
8 ore la 150°C;
3 ore la 180°C.

Răcirea pieselor întărite, mai ales dacă au dimensiuni mari, trebuie făcută încet. Dacă răcirea se face brusc pot apărea tensiuni interne care duc la fisurarea bobinei.

Măsuri de protecţia muncii. Este oprit să se lucreze la instalaţia electrică în timpul mersului.

În tot timpul cît se lucrează cu întăritorul F ventilaţia trebuie să funcţioneze continuu.

Întăritorul sub formă de pulbere trebuie manipulat numai cu mănuși de cauciuc, deoarece este toxic și provoacă dermatoze.

Dispoziții finale. Se atrage atenția în mod deosebit asupra următoarelor probleme:

Se va prepara atît amestec cît este necesar pentru o șarjă completă.

După întrebuințare, dispozitivul de turnare se va șterge în interior cu acetonă.

În caz că a mai rămas o cantitate neîntrebuințată de amestec acesta va fi evacuat din dispozitiv, pentru că, în caz contrar, amestecul va polimeriza în dispozitiv și va duce la blocarea aparatului.

Turnarea bobinelor cu masă de turnare poliesterică. *Generalități.* În cele ce urmează va fi prezentat procedeul de turnare a bobinelor cu masă de turnare 6661 Ez produsă de Uzina Policolor — București.

Masa de turnare 6661 Ez este un amestec de rășină poliesterică, cu material de umplutură și cu un întăritor pe bază de peroxid.

Întărirea se face fără degajare de substanțe volatile, nu necesită presiune și nici temperatură.

Rășina are culoare gălbuie, transparentă, este solubilă în eteri, cetone etc.

Materialele necesare. Materialele necesare sînt următoarele:

— masa de turnare 6661 Ez, 55%;
— cretă măcinată Cal. I STAS 2706-71, 43,4%;
— soluție 50% de peroxid de metil-etil-cetonă, 1,6%;
— accelerator tip 613 (naftenat de Ca sau Cu) 320 g la 100 kg masă.

Pregătirea masei de turnare. O bună pregătire duce la eliminarea golurilor de aer din masa de turnare. Prezența golurilor de aer se datorește omogenizării insuficiente a amestecului: masă de turnare 6661 Ez+cretă măcinată+întăritor.

P r e g ă t i r e a a m e s t e c u l u i r ă ș i n ă + c r e t ă m ă c i n a t ă. Se introduc cantitățile conform rețetei în amestecător, unde se face omogenizarea amestecului timp de 15 min, după care se scoate amestecul și se așază în bidoane pe masa vibratoare.

V i b r a r e a a m e s t e c u l u i. Se execută vibrarea amestecului rășină+cretă măcinată pe masa vibratoare timp de 15 min, pentru eliminarea completă a bulelor

de aer. După vibrare se adaugă cu ajutorul cilindrului gradat cantitatea de întăritor. Se omogenizează prin amestecare ș apoi se continuă vibrarea timp de 5 min pe masa vibratoare, după care se începe operația propriu-zisă de turnare.

Pregătirea carcaselor. Deoarece masa de turnare nu are aderență la suprafața pieselor din material plastic (bachelită), pentru rigidizarea bobinei, în interiorul carcasei se realizează o blocare cu ajutorul a două pene formate din masa de turnare, ce intră prin orificiile din pereții carcasei bobinei.

Înainte de turnare orificiile vor fi acoperite cu o folie de bandă autoadezivă.

Carcasele bobinelor se așază pe un suport în așa fel încît să stea în poziția orizontală.

Turnarea bobinelor. Cu ajutorul unor scafe se toarnă amestecul în carcasa bobinei. Turnarea se face într-un jet continuu pentru a asigura o umplere corectă.

Timpul de turnare este de maxim 30 min după care vîscozitatea amestecului îngreunează mult operația de turnare.

Timpul de întărire este de circa 2 ore la temperatura de 20°C. O scădere a temperaturii cu 5°C duce la prelungirea timpului de întărire cu circa 5 ore.

Măsuri de tehnica securității muncii și de prevenirea incendiilor. În timpul lucrului, operatorii vor purta echipament de protecție (salopete, mînuși de cauciuc și ochelari de protecție).

Trebuie evitat contactul masei de turnare cu pielea.

Soluția de peroxid de metil-etil-cetonă este o substanță inflamabilă și care se descompune la lumină. Contactul cu pielea produce arsuri. Din această cauză, manipularea se face numai cu echipamentul de protecție mai sus enumerat și cu foarte mare grijă. Cantitatea de peroxid din atelier nu trebuie să depășească cantitate necesară pentru o zi de lucru.

Peroxidul trebuie păstrat în ambalaj original, ferit de lumină și de căldură sau de contactul cu substanțe de natură organică.

În cazul stropirii pielei cu soluție de peroxid trebuie spălată suprafața stropită cu multă apă rece.

Măsurile de prevenire a incendiilor sînt cele prevăzute în instrucțiuni și norme pentru atelierele de vopsitorie.

Este interzis fumatul și focul deschis. În cazul unui incendiu, pentru stingerea lui nu se va folosi apa, ci numai nisip sau spumă chimică.

În tot timpul lucrului cu masa de turnare, atelierul va fi ventilat cu ajutorul unui ventilator.

3. Aparate de măsurat şi de încercare

3.1. Aparate mecanice de măsurat

Pentru măsurarea diametrelor conductoarelor (sîrmelor) de bobinaj este necesar să se folosească aparate de măsurat mecanic. Astfel, pentru conductoare subţiri (sub 1 mm) se va folosi micrometrul, care asigură precizia de o sutime de milimetru (0,01 mm). Pentru conductoare mai groase se va folosi tot micrometrul. Numai în lipsa acestuia se va folosi şublerul cu precizia de o zecime (1/10) de mm. La măsurarea conductoarelor emailate se va ţine seama de grosimea emailului care este dată în tabelul 1.4. Dimensiunea indicată pe mosor este cea nominală pentru cupru, la care se adaugă grosimea izolaţiei de email. Dacă măsurăm diametru conductorului cu aparatul de măsurat peste stratul de email, trebuie scăzută grosimea acestuia.

3.2. Aparate electrice de măsurat

3.2.1. *Generalităţi*

Bobinele aparatelor electrice se împart în două mari categorii:

— *bobine de tensiune,* pentru acţionarea contactoarelor, releelor intermediare, releelor de tensiune, electromagneţilor de acţionare, transformatoare de tensiune, transformatoare de măsură de tensiune etc.;

— *bobine de curent* pentru acționarea releelor electromagnetice de scurtcircuit, pentru transformatoare de alimentare a releelor bimetalice, transformatoare de măsură etc.

Verificarea caracteristicilor importante ale acestor bobine se face cu ajutorul aparatelor de măsurat electrice.

Astfel pentru o bobină de tensiune trebuie să măsurăm:

a) *în curent alternativ:*

— tensiunea de alimentare, în V;

— frecvența rețelei (în cazul bobinelor pentru 60 Hz);

— curentul absorbit, în A;

— numărul de spire;

— rezistență la străpungere între spire;

— rezistența la străpungere față de masă.

b) *în curent continuu:*

— tensiunea de alimentare, în V;

— curentul absorbit, în A;

— rezistența ohmică, în Ω;

— rezistența la străpungere față de masă.

La bobinele de curent trebuie măsurat:

— numărul de spire;

— funcționarea la curentul nominal.

3.2.2. *Funcționarea la diferite tensiuni*

Bobinele de tensiune alternativă și continuă sînt alimentate cu tensiunea nominală. Fiecare are o tensiune nominală înscrisă pe etichetă.

În continuare sînt date tensiunile nominale standardizate ale bobinelor de acționare:

— în curent continuu

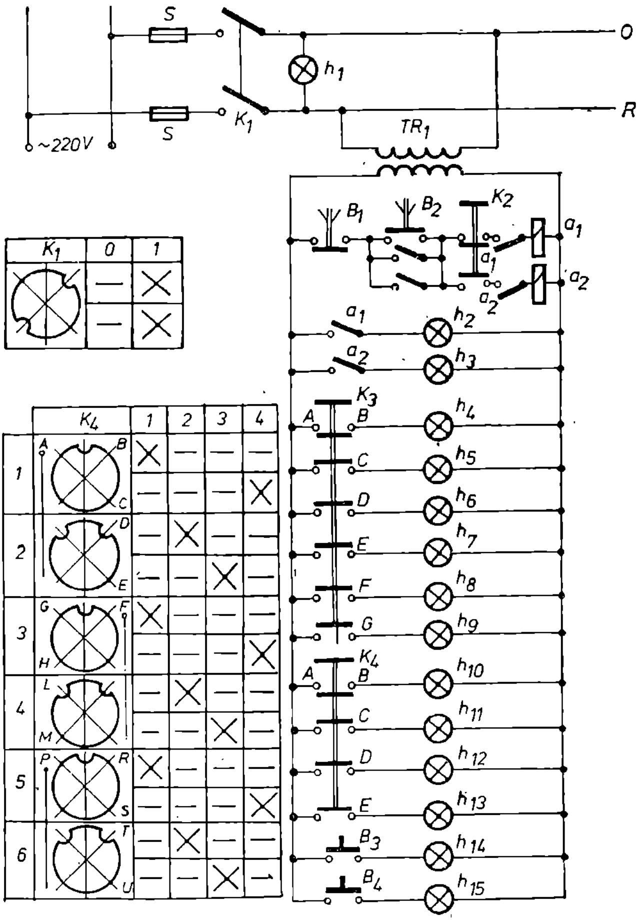
12, 24, 48, 60, 110 (125), 220, 440, 600, 800 V;

— în curent alternativ

24, 36, 48, 42, 110 sau 127, 220, 380, 500, 660 V.

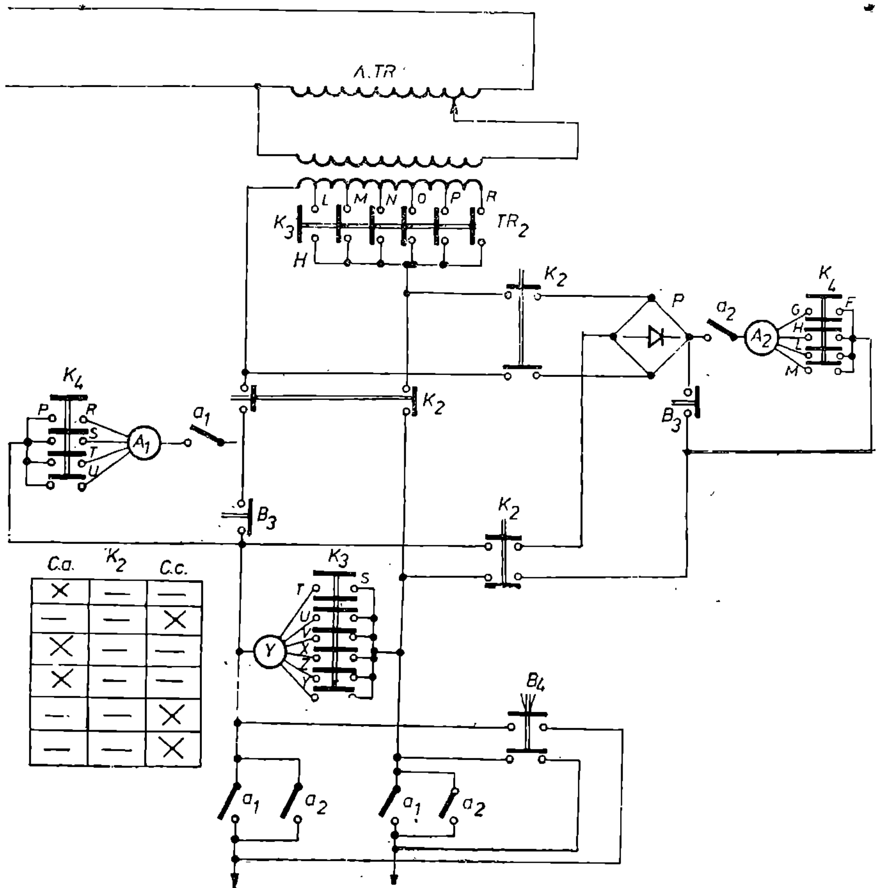
Tensiunea nominală a fiecărei bobine poate să varieze datorită rețelei de alimentare în limitele (0,85 la 1,1) U_n.

De exemplu o tensiune $U_n=220$ V poate oscila între $0,85\times220=187$ V tensiunea minimă și $1,1\times220=242$ V tensiunea maximă.



a

Fig. 3.1. Schema electrică a pupitrului cu tensiune variabilă: *a* — schema de semnalizare; *b* — schema de acționare; *S* — siguranțe fuzibile; K_1, K_2, K_3, K_4 — comutatoare; $h_1 \ldots h_{15}$ — lămpi semnalizare; $B_1 \ldots B_4$ — butoane comandă; *ATR* — autotransformator; TR_1, TR_2 — transformatoare; a_1, a_2 — contactoare; A_1, A_2 — ampermetre; *V* — voltmetru.



C.a.	K2	C.c.
X	—	—
—	—	X
X	—	—
X	—	—
—	—	X
—	—	X

	K3	1	2	3	4	5	6
1	A B	X	—	—	—	—	—
	C	—	—	—	X	—	—
2	D	—	X	—	—	—	—
	E	—	—	—	—	X	—
3	F	—	—	X	—	—	—
	G	—	—	—	—	—	X
4	L H	X	—	—	—	—	—
	M	—	—	—	X	—	—
5		—	X	—	—	—	—
	O	—	—	—	—	X	—
6	P	—	—	X	—	—	—
	R	—	—	—	—	—	X
7	S T	X	—	—	—	—	—
	U	—	—	X	—	—	—
8	V	—	X	—	—	—	—
	X	—	—	—	—	X	—
9	Z	—	—	X	—	—	—
	Y	—	—	—	—	—	X

În această situație, se impune ca, după execuție, bobina să fie încercată în aceste limite, pentru a verifica funcționarea aparatului bobinat.

Astfel, în fig. 3.1 este indicată schema unui aparat care poate furniza tensiune variabilă alternativă și continuă în diferite trepte de alimentare.

Cu ajutorul voltmetrelor magnetoelectrice se măsoară tensiunea continuă și cu voltmetrele electromagnetice tensiunea alternativă. Pe același pupitru sînt prevăzute ampermetre pentru măsurarea curentului absorbit. Curentul absorbit se măsoară la tensiunea nominală.

În curent alternativ verificarea bobinei se face numai cu miezul de fier montat. Dacă nu se montează miezul de fier, curentul crește foarte mult și bobina se arde.

În curent continuu măsurarea curentului absorbit se poate face fără miez de fier. Miezul de fier se montează numai atunci cînd se verifică funcționarea bobinei la tensiune variabilă.

3.2.3. *Funcționarea la diferite frecvențe*

În țara noastră ca și în toate țările din Europa se folosește frecvența de 50 Hz. Există o serie de țări care au rețele cu frecvențe de 60 Hz (SUA, Coreea, Cuba etc.). În scopul încercării bobinelor realizate pentru această frecvență este necesar să se folosească un generator de putere la frecvența de 60 Hz.

În fig. 3.2 este indicată schema electrică a unei instalații de putere cu frecvența de 60 Hz, dotată cu tiristoare.

Încercarea se face aplicînd o tensiune variabilă la bornele bobinei cu miezul de fier montat.

Se măsoară de asemenea curentul absorbit la tensiunea nominală.

3.2.4. *Verificarea numărului de spire*

Verificarea numărului de spire se poate executa la bobinele de curent alternativ cu ajutorul unei surse de tensiune cu mai multe trepte nominale.

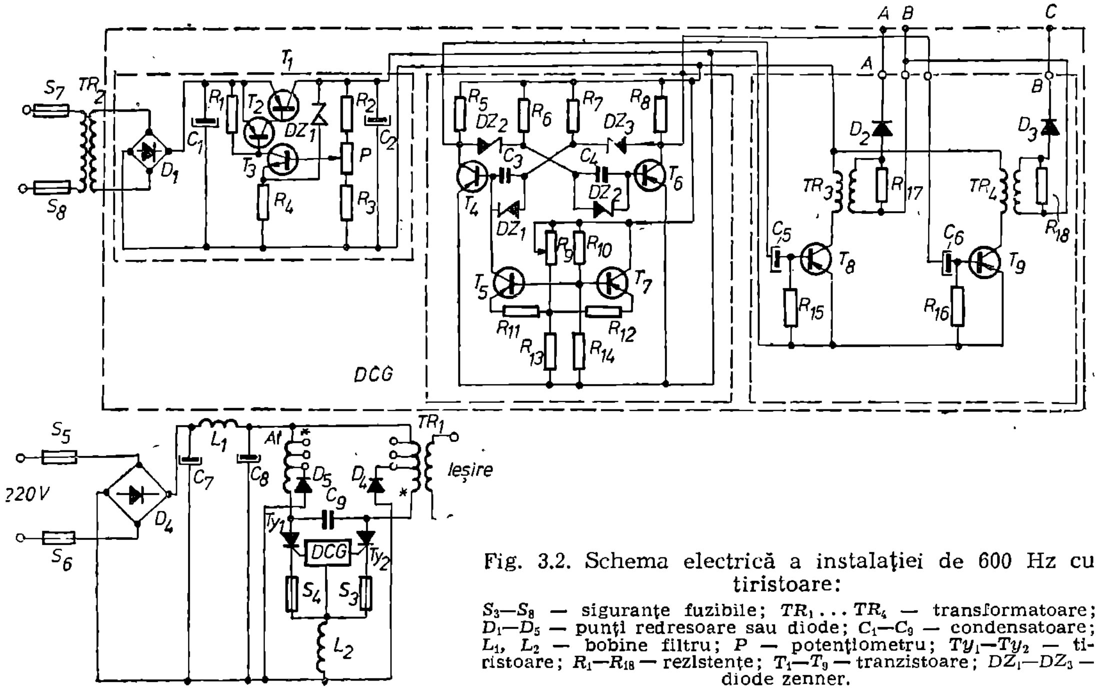


Fig. 3.2. Schema electrică a instalației de 600 Hz cu tiristoare:

S_3—S_8 — siguranțe fuzibile; $TR_1 \ldots TR_4$ — transformatoare; D_1—D_5 — punți redresoare sau diode; C_1—C_9 — condensatoare; L_1, L_2 — bobine filtru; P — potențiometru; Ty_1—Ty_2 — tiristoare; R_1—R_{18} — rezistențe; T_1—T_9 — tranzistoare; DZ_1—DZ_3 — diode zenner.

Se aplică tensiunea corespunzătoare pe o bobină etalon montată pe un miez de fier (fig. 3.3). Pe altă coloană a miezului de fier se introduce bobina ce trebuie verificată.

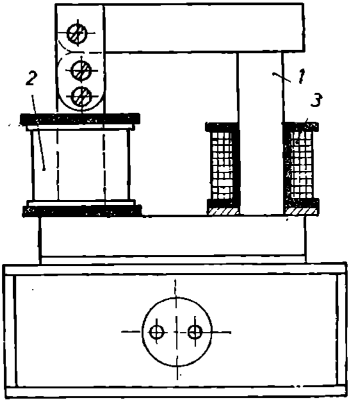


Fig. 3.3. Dispozitiv de măsurare a numărului de spire cu bobină etalon:
1 — miez de fier; 2 — bobină etalon; 3 — bobină de măsurat.

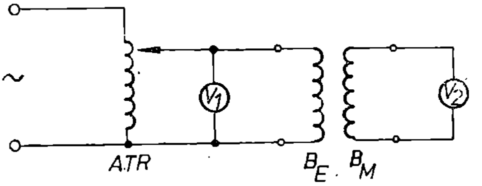


Fig. 3.4. Schema electrică a dispozitivului de măsurare a numărului de spire:
ATR — autotransformator reglabil; V_1, V_2 — voltmetre; B_M — bobină de măsurat; B_E — bobină etalon.

Legînd cîte un voltmetru atît la bornele bobinei etalon, cît și la bornele bobinei măsurate, el trebuie să indice aceeași valoare (vezi schema din fig. 3.4).

Pentru închiderea circuitului magnetic se folosește un miez rabatabil tip balama.

În curent continuu, verificarea numărului de spire se face prin măsurarea rezistenței ohmice a bobinei de încercat în comparație cu o bobină etalon. Se folosește o punte Wheatstone, care asigură o precizie suficientă în

cazul bobinelor cu număr mare de spire sau o punte dublă Kelvin pentru bobinele cu conductor gros și număr mic de spire.

3.2.5. *Verificarea rezistenței la străpungere (rigidității dielectrice)*

Verificarea rezistenței la străpungere între spire se poate face la bobinele de curent alternativ aplicîndu-se o tensiune alternativă mărită față de tensiunea nominală cu frecvența de 500 Hz. În fig. 3.5 este dată schema electrică a unui generator de frecvență de 500 Hz tranzistorizat, care debitează o tensiune de pînă la zece ori tensiunea nominală.

În cazul cînd se aplică bobinei o tensiune de 3...4 ori mai mare și diferența de potențial între două spire crește de 3...4 ori. Dacă izolația între două spire lipite una de cealaltă este slăbită, ampermetrul indică o creștere importantă a curentului absorbit de bobină.

Un alt aparat care se folosește pentru verificarea rigidității dielectrice a izolației între spirele bobinei este un ascilator de 10 000 Hz tranzistorizat.

Depistarea scurtcircuitelor în bobine. Siguranța în funcționare a contactoarelor este condiționată în mare măsură de durabilitatea bobinelor de acționare.

La încercările de rezistență la uzură mecanică apar defecte, îndeosebi străpungeri între spire, datorită faptului că înfășurările sînt executate fără izolație între straturi.

Conductoarele emailate prezintă puncte slabe date de neuniformitatea peliculei izolante, în care rezistivitatea este sub limita admisă și dacă la bobinare are loc o suprapunere, a lor, pot apărea scurtcircuite între spire. Defecțiunile cele mai periculoase apar în cazul unor alunecări de spire sau spirelor căzute la baza carcasei.

Sub influența încălzirii și la o tensionare insuficientă a conductorului la bobinare, spirele pot vibra, mai ales sub acțiunea forțelor electrodinamice ce apar datorită șocului de curent la conectare. Ca urmare, între spirele suprapuse, supuse supratensiunilor, pot să apară curenți de fugă și astfel să se ajungă prin încălzire la îmbătrînirea

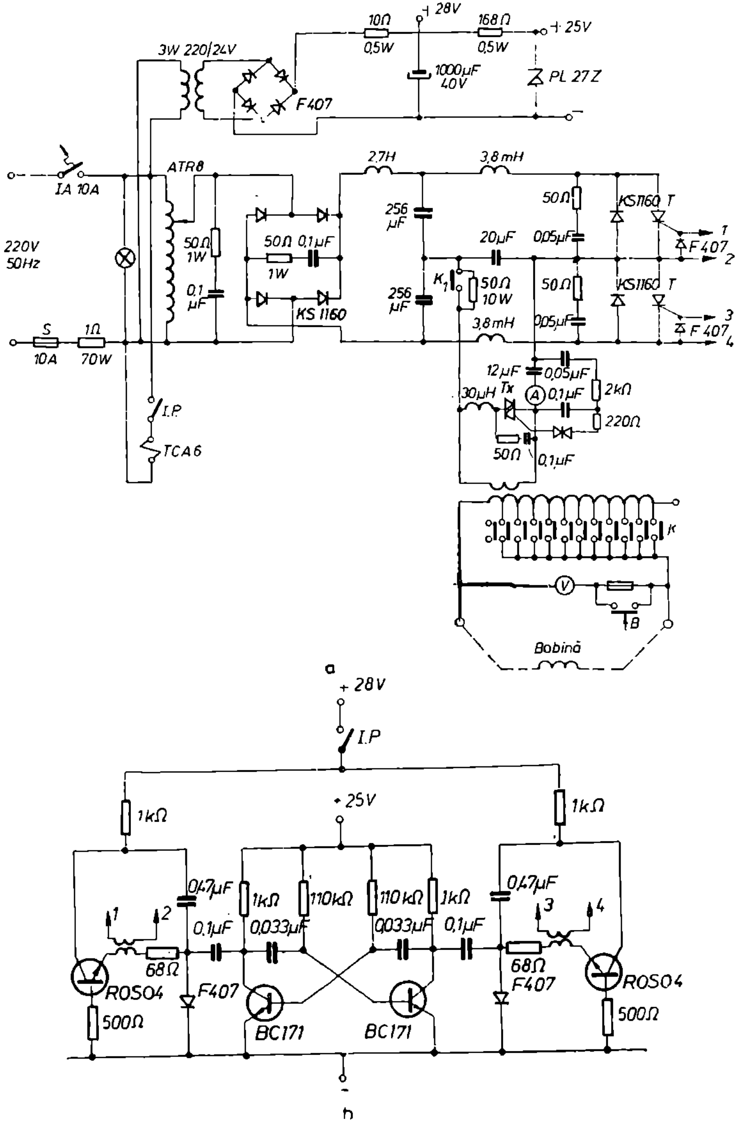


Fig. 3.5. Schema electrică a generatorului de frecvență pentru 500 Hz cu tiristoare:

a — circuitul de putere; *b* — circuitul de comandă; *IA* 10 A — întreruptor automat 10 A; *ATR-8* — autotransformator reglabil; K_1 — întreruptor; *K* — comutator pentru diferite tensiuni; 1—2 și 3—4 — transformatoare de aprindere; *T* — tiristoare; *IP* — întreruptor pornire; *V* — voltmetru; *A* — ampermetru; *B* — buton comandă.

prematură, respectiv scurtcircuite sau întreruperi în bobine.

În controlul actual al bobinelor predomină controlul rezistenței și al inductanței la o tensiune de măsurare mică sau comparația cu o bobină etalon.

La bobine cu spire multe și conductor subțire, cu rezistență relativ mare, existența sau apariția unei singure spire în scurtcircuit modifică foarte puțin valoarea impedanței măsurate la bornele bobinei. Apare deci necesară verificarea bobinei cu o tensiune de valoare mărită.

O supratensiune în bobină se poate crea prin metoda alimentării ei cu energie electrică avînd o frecvență sporită, în care caz o spiră în scurtcircuit este sesizabilă prin dezacordul creat în circuitul de măsură, urmat de atenuarea lui prin reglajul fin al frecvenței, metoda se bazează pe compararea impedanței bobinei de verificat cu o mărime de referință. Această metodă s-a putut aplica unei game destul de largi de bobine cu inductanțe de la $2{,}5 \cdot 10^{-3} \ldots 2{,}5$ H (Henry) — ca limite practice.

Astfel în bobine se pot crea supratensiuni mergînd pînă la 1 kV pentru bobinele alimentate la 120 ... 500 V, iar pentru cele de 24 V un multiplu al acestei valori.

Metoda dezacordului și atenuării. Pentru a realiza o supratensiune controlată, cu un consum nu prea mare de putere, se folosește metoda rezonanței de tensiune la o frecvență mărită, corespunzătoare tipului de bobină ce trebuie verificată.

La bobinele cu număr diferit de spire, dar cu scurtcircuite între spire, se obține practic aceeași tensiune. Aceasta permite diferențierea bobinelor cu număr diferit de spire, de cele care prezintă scurtcircuite, prin acordarea circuitului pe o nouă frecvență apropiată ca valoare (superioară) de cea reglată inițial, cu ajutorul unui demultiplicator fin de reglaj auxiliar, care permite o variație a frecvenței oscilatorului cu circa $\pm 2\%$.

Cercetînd variația factorului de calitate cu frecvența, s-a constatat că pentru toată gama bobinelor destinate contactoarelor, valoarea optimă este la 10 kHz. Indicația relativă a atenuării este în jur de 1 dB, respectiv de circa 10% față de capătul scării, la apariția unei singure spire scurtcircuitate, cu conductor emailat, cu diametrul

conductorului de peste 0,15 mm, la o bobină cu cel mult 3 000 de spire.

La conductoare cu diametru mai mic și număr mai mare de spire, rezistența reflectată de o singură spiră în scurtcircuit nu mai reprezintă o pierdere de putere însemnată și scăderea amplitudinii devine mai puțin evidentă.

Descrierea aparatului pentru depistarea scurtcircuitelor în bobine. Aparatul este destinat depistării în producție a scurtcircuitelor în bobine, în special ale contactoarelor. Se utilizează numai pentru bobinele fără miez magnetic sau carcasă metalică.

Acest aparat este de tip staționar, permite un control operativ, fiind destinat să lucreze în mediu cu temperatură normală. El creează în bobine supratensiuni controlate la o frecvență mărită, ceea ce permite evidențierea scurtcircuitelor și depistarea și a unor defecte potențiale. Supratensiunile create în bobinele de verificat, la frecvența de circa 1,0 kHz, sînt valoric un multiplu al tensiunii de lucru și semnalează atenuarea cauzată de defecte, în special de scurtcircuite.

Sensibilitatea aparatului este: 1 spiră în scurtcircuit la circa 3 000 spire cu diametru de 0,15 mm.

Domeniul de utilizare: se pot verifica bobine cu inductanțe cuprinse între $2,5 \cdot 10^{-3}$ H și 2,5 H și rezistențe de (1 ... 1 000) Ω.

La baza funcționării aparatului stă metoda dezacordului și atenuării unui circuit serie preacordat, cauzate de existența defectului în bobina de verificat. El este constituit din: generator de frecvență reglabil, amplificator de putere, adaptor cu condensatoare cu trepte, indicator electronic ajustabil ca nivel de sensibilitate cu instrument indicator și releu de semnalizare.

În prealabil, aparatul este reglat pentru un tip de bobină-model (etalon), stabilindu-se frecvența, treapta de condensatoare de acord și sensibilitate instrumentului indicator.

Un buton de control permite aplicarea directă a tensiunii de la ieșirea amplificatorului la indicatorul voltmetric pentru a regla nivelul și sensibilitatea.

Alimentarea internă este de la 30 V c.c. și este stabilizată la 22 V pentru oscilator și 15 V pentru indicatorul electronic. Sînt prevăzute borne la 6,3 V, de la care, printr-un eventual contact normal deschis, se poate transmite o comandă externă.

O s c i l a t o r u l este de tip RC, cuprinzînd o punte Wien și dă la ieșire un semnal de circa 4 V.

A m p l i f i c a t o r u l d e p u t e r e este dotat cu transformatoare cu prize și reglabil ca nivel de ieșire în trepte cu comutator sau continuu cu potențiometrul de la intrare.

A d a p t o r u l cuprinde condensatoarele serie, selectabile, în trepte, pentru obținerea acordului, indicatorul electronic al supratensiunii și releul de semnalizare a stării bobinei de verificat.

În cazul efectuării măsurilor în serie a unei singure tipodimensiuni, aparatul nu mai necesită practic reglaje, indicînd direct prezența defectului.

Aparatul permite însă selectarea (cu un reglaj suplimentar individual) între o bobină cu număr diferit de spire, față de una cu spire în scurtcircuit sau față de model. El este prevăzut cu un buton de autocontrol al nivelului tensiunilor și altul de reglare a sensibilității voltmetrului electronic și releelor pentru semnalizare luminoasă.

Caracteristici tehnice:

Frecvența de lucru: 10 kHz, reglabilă $\pm 30\%$; reglaj auxiliar de frecvență în jur de $\pm 2\%$;

Puterea de ieșire: 10 W minimum, cu distorsiuni de 10%;

Tensiuni de injecție pentru adaptor: 10, 20, 30 V;

Condensatoare serie cu șapte trepte: 100 pF ... 0,1 μF, cu un condensator variabil pe primele trei trepte;

Sensibilitatea: mai bună de 1 dB la amortizare 10^{-6} s;

Semnalizări: verde și roșu (active);

Comandă pentru exterior prin releu cu contacte întărite; nivelul de acționare ajustabil;

Tranzistorizat: consum circa 50 VA/220 V/50 Hz;

Gabarit: $400 \times 300 \times 300$;

Masa: 8 kg.

Modul de lucru. Reglajul aparatului se face pentru un tip de bobină în următoarea succesiune:

— se conectează plăcuța adaptoare intermediară la care se leagă terminalele bobinei;

— se alege treapta de condensatoare (pentru o anumită diviziune a scării instrumentului indicator);

— se reglează condensatorul de acord pe primele trei trepte sau frecvența oscilatorului, pentru indicația maximă (pe ultimile trei trepte);

— se alege treapta optimă de tensiune (preferabilă treapta de 10 V);

— se aduce la minimum necesar sensibilitatea indicatorului electronic și a releului de semnalizare cu lampă verde;

— se verifică cu ajutorul butonului de control nivelul și sensibilitatea la nevoie.

Verificarea de serie se face prin atingerea terminalelor bobinelor de bornele plăcuței adaptoare.

În mod practic tensiunea pe bobină crește de 20 . . . 30 ori față de cea aplicată și constituie un multiplu al tensiunii nominale de lucru a bobinei în aparatul de comutație. Nu se vor atinge terminalele cu mîinile, pentru că se produce dezacordarea circuitului de măsură, precum și datorită supratensiunilor ridicate, care deși de 10 kHz, dau senzația că frige. De aceea, bobinele se vor apuca de partea izolată.

Ca măsuri de protecția muncii sînt recomandabile verificarea punerilor la masă a aparatului și prevederea la locul de muncă a unui covor electroizolant.

În caz de dubiu, pentru a nu rebuta bobine care au doar o mică diferență la numărul de spire, se manevrează butonul de frecvență auxiliar căutînd să se realizeze acordul pe o nouă frecvență apropiată ca valoare și după caz se apreciază admisibilitatea.

Pentru bobine cu conductoare subțiri, se va prefera acordul la frecvență maximă (butonul principal de frecvență spre dreapta).

Introducerea ca test nou în controlul fabricației bobinelor multistrat a aparatului pentru depistarea defectelor

potențiale sau premature ale bobinelor mici, aduce următoarele avantaje:

1) semnalează operativ prezența scurtcircuitelor și unele defecțiuni potențiale;

2) verifică impedanța reală printr-o metodă de supratensiune la frecvență superioară, cu un consum redus de putere;

3) verifică factorul de calitate al bobinei în prezența unei supratensiuni;

4) verifică dacă există diferențe privind numărul de spire realizat, prin comparație, cu o precizie apropiată de 1%;

5) elimină probabilitatea de promovare a bobinelor nefiabile;

6) elimină costul operațiilor ulterioare;

7) reduce costul respingerii la încercări;

8) reduce costul reparațiilor și înlocuirilor în termenul de garanție;

9) determină luarea de măsuri operative pentru remedierea cauzelor (S.D.V. și materiale) permițînd o verificare imediată a eficienței lor;

10) permite mărirea duratei medii de viață a loturilor de bobine și a subansamblelor în care intră ca componente;

11) metoda este nedistructivă pentru bobinele executate îngrijit;

12) aparatul se poate executa cu componente existente în țară și se poate extinde prin dezvoltarea de variante, după caz.

În fig. 3.6 este arătată schema electrică a unei astfel de instalații.

Verificarea rigidității dielectrice a izolației față de masă se face cu ajutorul unui pupitru de încercări, dotat cu o sursă de tensiune alternativă de pînă la 3 000 V, 50 Hz (fig. 3.7).

Se montează bobina pe miezul de fier și se aplică un electrod al aparatului pe miez și al doilea electrod la o bornă a bobinei. Tensiunea de încercare depinde de tensiunea nominală a bobinei, așa cum este arătat în tabelul 3.1. Încercarea durează 1 min, timp în care nu trebuie

să se producă străpungeri ale izolației (arc electric prin carcasă) sau conturnări (arc electric pe suprafața carcasei).

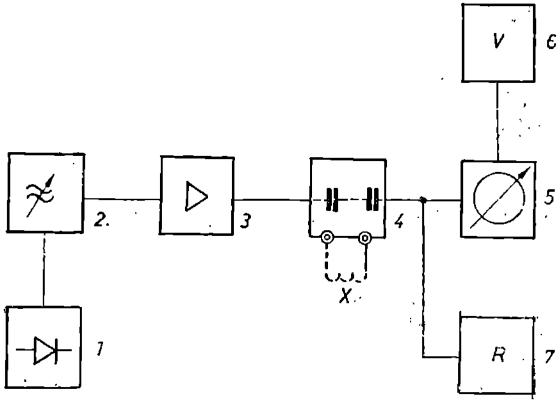


Fig. 3.6. Generator de frecvență tranzistorizat de 10 000 Hz:

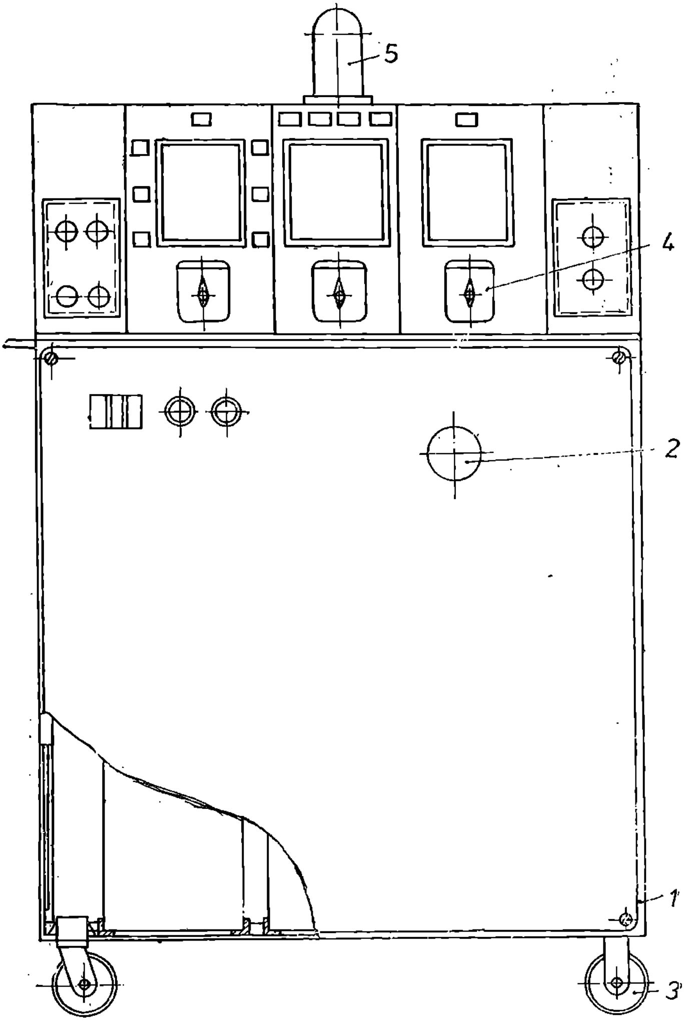
1 — alimentator; 2 — generator; 3 — amplificator; 4 — adaptor; 5 — indicator; 6 și 7 — relee de semnalizare; X — bobină de încercat.

În cazul creșterii curentului absorbit de transformatorul de încercare, fără ca totuși să se producă străpungerea izolației, înseamnă că izolația carcasei este slăbită și bobina trebuie refăcută.

Tabelul 3.1

Tensiunea de încercare la străpungere funcție de tensiunea nominală

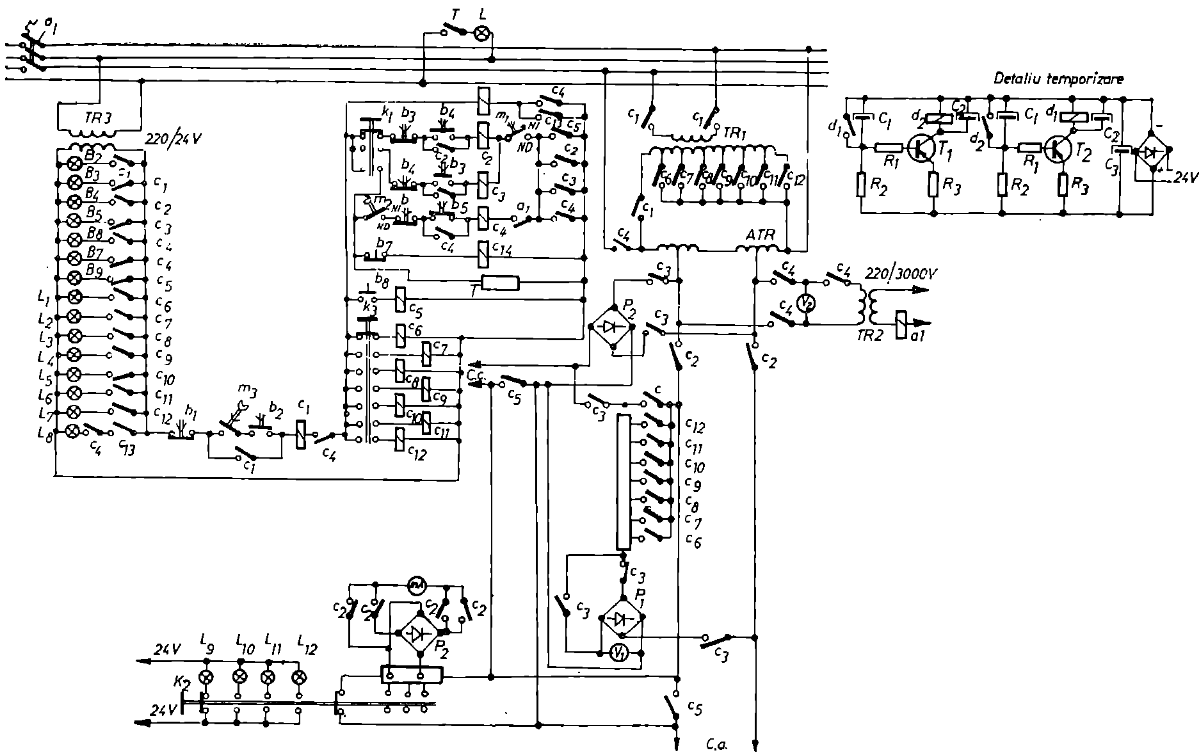
Tensiunea nominală, V	12 ... 60	110 ... 220	380 ... 660	800
Tensiunea de încercare, V	1000	2000	2500	3000



a

Fig. 3.7. Pupitru de verificare a rigidității dielectrice:

a — construcția; *b* — schema electrică; *1* — carcasă; *2* — buton de reglaj; *3* — roți; *4* — pupitru comandă; *5* — lampă roșie; a_1 — întrerupător automat; B_2—B_9 — lămpi semnalizare; L_1—L_{12} — lămpi semnalizare; c_1—c_{13} — contactoare; P_{1-2} — punte redresoare; K_1—K_3 — comutatoare; V_1—V_2 — voltmetre; *ATR* — autotransformator; TR_1—TR_3 — transformatoare; *T* — releu electronic de temporizare; $b_1 \ldots b_7$ — buton de comandă; m_1, m_2 m_3 — contacte cu reținere.


Detaliu temporizare
220/24V
TR3
TR1
ATR
220/3000V
TR2
24V
C.c.
C.a.

b

4. Calcularea bobinelor

4.1. Bobine de tensiune continuă

Bobinele de acţionare pentru curent continuu sînt realizate dintr-un număr mare de spire, cu un conductor (sîrmă) de bobinaj de diametru mic. Acest lucru este impus de faptul că la aceste bobine curentul care trece prin ea este limitat numai la rezistenţa ei, adică:

$$I=\frac{U}{R}, \tag{4.1}$$

unde: I este curentul ce străbate bobina, în A;
U — tensiunea reţelei, în V.

Rezistenţa bobinei se calculează cu relaţia

$$R=\rho\frac{l}{S}, \tag{4.2}$$

în care: ρ este rezistivitatea (rezistenţa specifică), în Ω mm²/m;
l — lungimea conductorului din bobină, în m;
S — secţiunea conductorului bobinei, în mm².

Lungimea conductorului din bobină este dată de relaţia

$$l=D_m\cdot n, \tag{4.3}$$

în care: D_m este diametrul mediu al bobinei, în mm;
n — numărul de spire.

Diametrul mediu al bobinei se calculează cu relația

$$D_m = \frac{D_e + D_i}{2}. \qquad (4.4)$$

Secțiunea conductorului la rîndul ei se determină cu relația

$$S = \frac{\pi d^2}{4} \qquad (4.5)$$

în care d reprezintă diametrul conductorului neizolat.

4.2. Bobine de tensiune alternativă

Bobinele de acționare pentru curentul alternativ sînt realizate dintr-un număr mai mic de spire decît cele pentru curent continuu, deoarece în cazul primelor bobine, curentul este limitat atît de rezistență, cît și de inductivitate (inductivitatea fiind mai mare decît rezistența). Rezultă deci

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + L^2\omega^2}}, \qquad (4.6)$$

unde: Z este impedanța, în Ω (ohmi);
L — inductivitatea, în H (henry);
$\omega = 2\pi f$ — pulsația curentului;
f — frecvența rețelei, în Hz.

Pentru a determina rezistența bobinei, lungimea conductorului de bobinaj și diametrul acestuia, se vor utiliza relațiile (4.2), (4.3) și (4.5) prezentate în subcap. 4.1.

Numărul de spire în curent alternativ se calculează cu relația

$$n = \frac{U \cdot 10^4}{4{,}44 \cdot f \cdot B \cdot S}, \qquad (4.7)$$

în care: U este tensiunea rețelei, în V;
f — frecvența rețelei, în Hz;
B — inducția, în T (1 Tesla = 10 000 Gauss);
S — secțiunea miezului de fier, în cm^2.

Refacerea bobinelor de curent alternativ. Este necesar să se cunoască numărul de spire și diametrul conducto-

rului. Dacă nu se cunoaşte numărul de spire, acesta se poate calcula cu relaţia (4.7). În acest caz este necesar să se cunoască tensiunea reţelei.

Secţiunea miezului de fier se determină măsurînd pe aparat cele două cote ale miezului pe care se află bobina, introducîndu-le apoi în relaţia

$$S=a\times b\times k, \tag{4.8}$$

în care: a este lăţimea miezului, în cm;
b — lungimea miezului, în cm;
k — coeficientul de împachetare (0,9 . . . 0,95).

Pentru inducţia B se aleg valori cuprinse între 8 000 şi 10 000 Gs, adică (0,8 . . . 1) T.

Uneori, în exploatare, se pot ivi cazuri în care bobina executată pentru o anumită tensiune a reţelei trebuie transformată pentru o altă tensiune. Pentru a realiza acest lucru trebuie cunoscute următoarele date:

— tensiunea reţelei pentru care a fost construită bobina U_1;
— tensiunea reţelei la care urmează să se conecteze aparatul U_2;
— numărul de spire al bobinei n_1;
— diametrul conductorului d_1.

Numărul de spire n_2 al bobinei pentru tensiunea U_2 va fi

$$n_2=n_1\frac{U_2}{U_1}. \tag{4.9}$$

Diametrul conductorului de bobinaj d_2, corespunzător tensiunii U_2 va fi

$$d_2=d_1\sqrt{\frac{U_1}{U_2}}. \tag{4.10}$$

În acest fel se pot afla atît numărul de spire, cît şi diametrul conductorului necesar pentru noua tensiune U_2.

Relaţiile de mai sus sînt valabile atît în curent continuu cît şi în curent alternativ. În curent continuu, unde rezistenţa bobinei are o mare importanţă, la dublarea valorii tensiunii valoarea rezistenţei trebuie să crească de patru ori.

Exemplul 4.1. Să se calculeze numărul de spire pentru un electromagnet care are lățimea miezului $a=15$ mm și lungimea miezului $b=14$ mm, alimentat la tensiunea de 380 V, curent alternativ 50 Hz. Se mai cunosc coeficientul de împachetare $k=0{,}95$ și inducția $B=1$T.

Secțiunea miezului de fier este

$$S=a\times b\times k=1{,}5\times 1{,}4\times 0{,}95=2\ \text{cm}^2.$$

Numărul de spire va fi

$$n=\frac{U\times 10^4}{4{,}44\cdot f\cdot B\cdot S}=\frac{380\cdot 10^4}{4{,}44\times 50\times 1\times 2}=8\,560\ \text{spire};$$

Exemplul 4.2. Să se calculeze numărul de spire și diametrul conductorului pentru modificarea bobinei la 380 V curent alternativ, știind că bobina existentă funcționează la 220 V și are 1 500 spire, din conductor cu diametrul de 0,2 mm

$$n_2=n_1\frac{U_2}{U_1}=1\,500\frac{380}{220}=2\,600\ \text{spire};$$

$$d_2=d_1\frac{U_1}{U_2}=0{,}2\sqrt{\frac{220}{380}}=0{,}153\ \text{mm}.$$

Se alege conductorul cu diametrul de 0,16 mm.

4.3. Redimensionarea bobinelor

Bobine de tensiune continuă sînt de obicei cilindrice. Pentru redimensionare se măsoară mai întîi diametrul exterior al bobinei D_e, în mm. Se măsoară apoi diametrul conductorului de bobinaj d, în mm. Se scoate de pe bobină conductorul distrus și se măsoară diametrul exterior al carcasei D_i, în mm. Se calculează apoi diametrul mediu D_m al unei spire cu ajutorul relației

$$D_m=\frac{D_e+D_i}{2}\ [\text{mm}].$$

Curentul absorbit de bobină se obține din expresia

$$I=j\ S, \tag{4.11}$$

în care: $S=\frac{\pi d^2}{4}$ este secțiunea conductorului de bobinaj, în mm²;

j — densitatea de curent, în A/mm².

Rezistența se calculează astfel

$$R=\frac{U}{I},$$

unde: U este tensiunea rețelei, în V;
R — rezistența bobinei, în Ω.

Din această relație se poate calcula numărul de spire n al bobinei

$$R=\rho\frac{l}{S}=\rho\frac{l_m n}{S}\ [\Omega] \tag{4.12}$$

sau înlocuind lungimea medie a unei spire cu

$$l_m=\pi D_m\ [\text{m}] \tag{4.13}$$

avem

$$n=\frac{RS}{\rho\pi D_m}, \tag{4.14}$$

unde $\rho=0{,}0175\ldots0{,}0185$ este rezistivitatea cuprului, în $\Omega\ \text{mm}^2/\text{m}$.

Exemplul 4.3. Se dă o carcasă de bobină de curent continuu cu diametrul exterior $D_e=40$ mm și diametrul interior $D_i=20$ mm. Se știe că vechea bobină era confecționată din conductor cu diametru de 0,15 mm avînd densitatea de curent admisibilă de 3 A/mm² și că tensiunea de alimentare este de 110 V. Se cere numărul de spire necesar.

Diametrul mediu al înfășurării este

$$D_m=\frac{D_e+D_i}{2}=\frac{40+20}{2}=30\ \text{mm}=0{,}03\ \text{m}.$$

Secțiunea conductorului este

$$S=\frac{\pi d^2}{4}=\frac{3{,}14\cdot0{,}15^2}{4}=0{,}0177\ \text{mm}^2.$$

Curentul absorbit de bobină este

$$I=jS=3\cdot0{,}0177=0{,}0531\ \text{A}.$$

Rezistența bobinei

$$R=\frac{U}{I}=\frac{110}{0{,}0531}=2\,071\ \Omega.$$

Cunoscînd rezistivitatea cuprului $\rho=0{,}0175\ \Omega\ \text{mm}^2/\text{m}$, se poate determina numărul de spire

$$n=\frac{RS}{\rho\pi D_m}=\frac{2\,071\cdot0{,}0177}{0{,}0175\cdot3{,}14\cdot0{,}03}=22\,000\ \text{spire}.$$

Calculul bobinelor avînd rezistență economizoare. Dimensionarea se face la fel ca în cazul bobinelor arse, cu deosebirea că în poziția cu contactorul închis valoarea curentului este

$$I_2 = \frac{U}{R + R_e}, \tag{4.15}$$

unde R_e este valoarea rezistenței economizoare, în Ω.

În poziția deschis curentul absorbit de bobină va fi

$$I_1 = \frac{U}{R}, \tag{4.16}$$

rezistența economizoare R_e fiind scurtcircuitată.

Puterea disipată de rezistența economizoare va fi

$$P = R_e I^2 \text{ [W]}.$$

Exemplul 4.4. Să se recalculeze o bobină de curent continuu care a fost deteriorată. Diametrul conductorului este de 0,10 mm. Tensiunea de alimentare a bobinei este de 220 V. Diametrul exterior al carcasei este de 50 mm și cel interior de 20 mm. Bobina este legată în serie cu o rezistență economizoare $R_e = 1\,500$ Ω.

Diametrul mediu al spirei este

$$D_m = \frac{D_e + D_i}{2} = \frac{50 + 20}{2} = 35 \text{ mm} = 0{,}035 \text{ m}.$$

Secțiunea conductorului este

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}10}{4} = 0{,}0078 \text{ mm}^2.$$

Curentul care trece prin bobină și rezistența economizoare legate în serie este

$$I = jS = 3 \cdot 0{,}0078 = 0{,}0234 \text{ A}.$$

Rezistența bobinei este

$$R_B = \frac{U}{I} - R_e = \frac{220}{0{,}0234} - 1\,500 = 9\,400 - 1\,500 = 7\,900 \ \Omega.$$

Numărul de spire este

$$n = \frac{R_B S}{\rho \pi D_m} = \frac{7\,900 \cdot 0{,}0078}{0{,}0175 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}035} = 32\,000 \text{ spire}.$$

Curentul absorbit de bobină în poziția deschis este

$$I=\frac{U}{R_B}=\frac{220}{7\,900}=0{,}0278\ \text{A}.$$

Puterea disipată de rezistența economizoare este

$$P=R_eI^2=1\,500\cdot 0{,}0234^2=0{,}81\ \text{W}.$$

Calculul estimativ al încălzirii bobinei. Puterea disipată în bobină în cazul unei funcționări de durată este

$$P=RI^2\ [\text{W}]. \tag{4.17}$$

În cazul unei funcționări intermitente curentul echivalent are expresia

$$I_e=\sqrt{\frac{I_1^2t_1+I_2^2t_2}{t_1+t_2+t_3}}, \tag{4.18}$$

în care: I_1 este curentul în poziția deschis, în A (numai pentru contactoare cu rezistență economizoare);
I_2 — curentul în poziția închis, în A;
t_1 — timpul cît contactorul se închide, în s — se alege 0,05 ... 0,1 s;
t_2 — timpul cît contactorul este închis;
t_3 — timpul de pauză, în s.

Dacă contactorul funcționează cu 120 conectări/h și o durată de acționare de 40% vom calcula durata unui ciclu

$$T=t_1+t_2+t_3=\frac{3\,600}{120}=30\ \text{s}. \tag{4.19}$$

Timpul de funcționare are valoarea

$$t_2=30\times 0{,}4=12\ \text{s}, \tag{4.20}$$

iar timpul de pauză este

$$t_3=T-t_2-t_1=30-12-0{,}1=17{,}9\ \text{s}.$$

Încălzirea bobinei se determină cu ajutorul relației

$$\vartheta=\frac{P}{\alpha S_B}\ [^\circ\text{C}], \tag{4.21}$$

în care: P este puterea disipată în bobină, în W;
S_B — suprafaţa de răcire a bobinei, în cm^2;
α — coeficientul de transmitere a căldurii care, pentru aer este egal cu

$$1 \times 10^{-3} \frac{W}{cm^2\ {}^0C}.$$

La bobinele de curent continuu se iau în considerare două suprafeţe de răcire: cilindrul interior spre miez şi cilindrul exterior dinspre exteriorul bobinei.

Încălzirile maxime admisibile pentru bobine realizate din conductoare izolate cu email sînt indicate în tabelul 1.2.

Dimensiunile normalizate pentru conductoare de cupru izolate cu email sau bumbac sînt indicate în tabelele 1.3, 1.5, *a* şi *b*.

Exemplul 4.5. Să se determine încălzirea unei bobine cu diametrul exterior de 50 mm, diametrul interior 20 mm şi înălţimea de 60 mm alimentată la 220 V curent continuu şi avînd o rezistenţă de 9 000 Ω, plus o rezistenţă economizoare de 2 000 Ω. Durata de acţionare a bobinei este de 40%, cu 300 acţionări pe oră.

Ciclul de funcţionare

$$T = t_1 + t_2 + t_3 = \frac{3\,600}{300} = 12 \text{ s},$$

$t_1 = 0{,}1$ s,

$t_2 = 0{,}4 \times 12 = 4{,}8$ s.

$t_3 = 12 - 4{,}9 = 7{,}1$ s.

Curentul absorbit la anclanşare

$$I_1 = \frac{U}{R} = \frac{220}{9\,000} = 0{,}0245 \text{ A}.$$

Curentul în poziţie anclanşat

$$I_2 = \frac{U}{R + R_e} = \frac{220}{9\,000 + 2\,000} = 0{,}02 \text{ A}.$$

Curentul echivalent este

$$I_e = \sqrt{\frac{I_1^2 t_1 + I_2^2 t_2}{T}} = \sqrt{\frac{0{,}0245^2 \cdot 0{,}1 + 0{,}02^2 \cdot 4{,}8}{12}} = 0{,}0128 \text{ A}.$$

Puterea disipată de bobină

$$P = RI^2 = 9\,000 \,.\, 0{,}0128^2 = 1{,}48 \text{ W}.$$

Suprafața de răcire a bobinei este

$$S_B = \pi D_e H + \pi D_i H = 3{,}14 \cdot 5 \cdot 6 + 3{,}14 \cdot 2 \cdot 6 = 94 + 37{,}6 = 131{,}6 \text{ cm}^2.$$

Încălzirea bobinei

$$\theta = \frac{P}{\alpha S_B} = \frac{1{,}48}{1 \cdot 10^{-3} \cdot 131{,}6} = \frac{1\,480}{131{,}6} = 11{,}1°\text{C}.$$

Încălzirea este mult sub limita admisibilă pentru clasa de izolație E care este de 80°C.

Verificarea umplerii carcasei. Spațiul disponibil pentru așezarea bobinajului se calculează cu relația

$$Q = \frac{(D_e - D_i)\ H}{2}, \tag{4.22}$$

unde H este înălțimea bobinei, în mm.

Numărul de spire care încap în acest spațiu este

$$n = \frac{Q}{S}\, u$$

unde: S este secțiunea conductorului neizolat, în mm²;
u — factorul de umplere pentru conductoare emailate: 0,4 ... 0,5 pentru conductoare cu diametru de 0,05 ... 0,4 mm; 0,51 ... 0,6 pentru conductoare cu diametru de 0,45 ... 1,0 mm.

Exemplul 4.6. Se dă o carcasă cu diametrul exterior $D_e = 50$ mm și diametrul interior $D_i = 20$ mm și înălțimea $H = 80$ mm pe care trebuie să se bobineze 18 000 spire cu conductor avînd diametrul de 0,2 mm.

Spațiul rezervat pe carcasa dată pentru așezarea bobinajului este

$$Q = \frac{D_e - D_i}{2} \cdot H = \frac{50 - 20}{2}\, 80 = 1\,200 \text{ mm}^2.$$

Secțiunea conductorului

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3{,}14 \times 0{,}20^2}{4} = 0{,}0314 \text{ mm}^2.$$

Numărul de spire ce pot intra pe carcasă

$$n = \frac{Q}{S}\, u = \frac{1\,200}{0{,}0314} \cdot 0{,}5 = 19\,100 \text{ spire}.$$

Ținînd seama că avem de bobinat numai 18 000 de spire rezultă că bobina încape pe carcasă care admite bobinarea a 19 100 spire.

Bobine de tensiune alternativă. *Recalcularea bobinelor pentru alte tensiuni.* Recalcularea se face în același mod ca pentru bobinele de curent continuu.

Exemplul 4.7. La tensiunea de 220 V, numărul de spire este $n_1 = 3\,620$, iar diametrul conductorului $d_1 = 0{,}15$ mm. Se cere să se determine numărul de spire n_2 și diametrul d_2 al conductorului la o tensiune de 380 V. Numărul de spire

$$n_2 = n_1 \frac{U_2}{U_1} = 3\,620 \frac{380}{220} = 6\,250 \text{ spire.}$$

Diametrul conductorului

$$d_2 = d_1 \sqrt{\frac{U_1}{U_2}} = 0{,}15 \sqrt{\frac{220}{380}} = 0{,}12 \text{ mm.}$$

Recalcularea bobinelor pentru alte frecvențe ale rețelei. Recalcularea pentru altă frecvență se face cu deosebită grijă în special atunci cînd frecvența crește. În mod normal este necesar să se ia anumite măsuri care constau în:

— modificarea numărului de spire, ținînd seama de formula indicată pentru cazul recalculării bobinei arse

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{f_1}{f_2} \tag{4.23}$$

— modificarea spirei în scurtcircuit plecînd de la formula

$$\text{tg } a = \frac{6{,}28 \cdot f \cdot S_k}{\delta \cdot r}, \tag{4.24}$$

în care: a este unghiul de decalaj între cele două fluxuri (aproximativ 40° ... 50°);
f — frecvența rețelei, în Hz;
S_k — suprafața ecranată de spiră, în cm²;
δ — întrefierul rezidual, în cm;
r — rezistența spirei, în Ω

$$\text{sau } \frac{r_1}{r_2} = \frac{f_1}{f_2}. \tag{4.25}$$

După modificare, trebuie verificată încălzirea bobinei datorită creșterii pierderilor în fier prin curenți turbionari.

Exemplul 4.8. Se dă o bobină de curent alternativ 50 Hz, avînd tensiunea de lucru de 380 V, numărul de spire 1 500 și diametrul conductorului de 0,3 mm.

Se cere să se calculeze numărul de spire pentru frecvența de 60 Hz.

$$n_2 = n_1 \frac{f_1}{f_2} = 1\,500 \cdot \frac{50}{60} = 1\,250 \text{ spire.}$$

Diametrul conductorului

$$d_2 = d_1 \frac{f_2}{f_1} = 0,3 \cdot \frac{60}{50} = 0,36 \text{ mm.}$$

Se alege diametrul normalizat cel mai apropiat 0,35 mm.

Exemplul 4.9. Se dă un electromagnet de curent alternativ cu spire în scurtcircuit din cupru, de 1,2 mm grosime, care funcționează la 50 Hz. Se cere să se calculeze spira pentru frecvența de 60 Hz.

Rezistența spirei.

$$R_2 = \frac{f_2}{f_1} \cdot R_1 = \frac{60}{50} R_1 = 1,2\ R_1.$$

Deci se poate alege o spiră de cupru la care se reduce secțiunea cu 20% pentru o creștere de rezistență cu 20% (vezi relația $r = \rho \frac{l}{s}$). Pentru creșterea rezistenței se va folosi un material cu grosimea redusă cu 20% adică să folosim cupru de 1 mm pentru 60 Hz.

Calculul extimativ al încălzirii bobinei. Pentru acest calcul se utilizează aceleași metode ca în curent continuu cu următoarele deosebiri:

— ca suprafață de răcire se alege numai suprafața exterioară a bobinei;

— puterea disipată de bobină se compune din puterea disipată în cupru $P_{Cu} = RI^2$ și puterea disipată în miezul de fier

$$P_{Fe} = Mp. \tag{4.26}$$

unde: M este masa fierului, în kg;

p — pierderile specifice, în W/kg.

Pierderile specifice la tabla neprelucrată sînt de 2 ... 3 W/kg și la tole împachetate și nituite de 6 ... 9 W/kg.

Exemplul 4.10. Se dă o bobină de curent alternativ cu dimensiunile exterioare: $a=60$ mm și $b=40$ mm, secțiunea miezului de fier îmbrăcat de bobină este de 30×20 mm. Înălțimea carcasei bobinei $H=40$ mm.

Se cere încălzirea bobinei știind că aceasta are o rezistență $R=30\ \Omega$ și curentul absorbit în poziția închis de 0,25 A. Puterea disipată în bobină $P=RI^2=30\times0{,}25^2=1{,}88$ W.

Puterea disipată în fier se calculează pornind de la volumul de metal îmbrăcat de bobină.

$$V=a_1\cdot b_1\cdot H=3\cdot2\cdot4=24\ \text{cm}^3.$$

Masa va fi (cunoscînd densitatea $\rho=7{,}8$ g/cm³)

$$\text{M}=\text{V}\cdot\rho=24\cdot7{,}8=187\ \text{g}.$$

Pierderiile în fier.

$$P_{Fe}=p\cdot M=9\times0{,}187=1{,}68\ \text{W}.$$

Puterea totală disipată

$$P_t=P+P_{Fe}=1{,}88+1{,}68=3{,}56\ \text{W}.$$

Suprafață laterală a bobinei

$$S_B=2(a+b)H=2(6+4)4=80\ \text{cm}^2.$$

Încălzirea bobinei:

$$\theta=\frac{P}{\alpha\ S_B}=\frac{3{,}56}{1\cdot10^{-3}\cdot80}=44{,}5°\text{C}.$$

Încălzirea este sub limita admisă de 80°C pentru conductoare izolate cu email clasa E.

Pentru a ușura eventualele reparații ale bobinelor, în anexe sînt indicate caracteristicile unor bobine de curent continuu și alternativ folosite la aparate electrice.

4.4. Recondiționarea bobinelor de curent

Bobinele de curent se utilizează la releele electromagnetice pentru protecția împotriva scurtcircuitelor. Aceste bobine se realizează cu conductor gros sau bară.

Bobinele cu aceeași construcție se pot utiliza în curent continuu sau în curent alternativ. Defectele ce apar în timpul funcționării aparatelor sînt în general mai puțin numeroase decît la bobinele de tensiune.

După determinarea cauzelor care au dus la apariția defectului respectiv, este necesar în primul rînd să se ia măsuri de remediere a defectelor.

După remedierea defectelor de mai sus se trece la înlocuirea bobinei propriu-zise. În cazul deteriorării grave a bobinei se impune recalcularea ei. Factorul determinant la bobinele de curent este numărul de amperspire. Pentru a obține o forță de acționare suficientă și deci o precizie corespunzătoare, se utilizează bobine cu o tensiune magnetomotoare (un număr de amperspire) dată de produsul NI.

Secțiunea conductorului se alege după ce este calculată în prealabil cu formula

$$S = \frac{I}{j},$$

în care: S este secțiunea conductorului în mm^2;
j — densitatea de curent, în A/mm^2.

Dimensionarea bobinelor pentru a trece de la un curent nominal la altul se face păstrînd aceeași tensiune magnetomotoare, în care caz este valabilă expresia

$$n_1 I_1 = n_2 I_2$$

sau

$$n_2 = n_1 \frac{I_1}{I_2}. \qquad (4.27)$$

Pentru a ușura calculul rebobinării releelor, în tabelul 1.4 a sînt indicate dimensiunile conductoarelor dreptunghiulare de cupru neizolate.

În tabelul 4.1 se indică curenții nominali standardizați pentru releele electromagnetice destinate protecției motoarelor și rețelelor electrice.

Pentru simplificare indicăm în anexe numărul de spire și dimensiunea conductorului utilizat la reele electromagnetice folosite în aparatele de protecție din țara noastră.

Tabelul 4.1

Curenţi nominali ai releelor electromagnetice

2	4	(5)	6	10	16	25	32	40	63	80	100	—
(125)	160	200	250	315	400	630	800	1000	1600	2000	2500	3150

Observaţie: Curentul nominal de 5 A se referă la aparatele care urmează să fie alimentate din secundarul transformatorului de măsură.

Uneori se impune recalcularea releelor electromagnetice, în aceste cazuri se va folosi formula (4.27).

Exemplul 4.11. Se dă un releu electromagnetic pentru 25 A, avînd 8 spire cu conductor de cupru cu diametru de 3 mm. Se cere recalcularea acestui releu pentru 16 A. Secţiunea conductorului utilizat

$$S=\frac{\pi d^2}{4}=\frac{3{,}14\times 3^2}{4}=7\ \text{mm}^2.$$

Densitatea de curent, $j=\frac{I}{S}=\frac{25}{7}=3{,}57\ \text{A/mm}^2$.

Pentru 16 A se va folosi un conductor cu secţiunea

$$S=\frac{I}{j}=\frac{16}{3{,}57}=4{,}5\ \text{mm}^2.$$

Diametrul conductorului

$$d=\sqrt{\frac{4\times S}{\pi}}=\sqrt{\frac{4\times 4{,}5}{3{,}14}}=2{,}4\ \text{mm}.$$

Se alege conductorul normalizat cel mai apropiat $\varnothing=2{,}5$ mm. Numărul de spire

$$n_2=n_1\frac{I_1}{I_2}=8\cdot\frac{25}{16}=12{,}5\ \text{spire}.$$

Se aleg 13 spire.

Bobinele transformatoarelor de curent pentru alimentarea releelor termice. Transformatoarele de curent pentru alimentarea releelor termice se dimensionează astfel încît să alimenteze un bimetal de 5 . . . 25 A.

Se calculează mai întîi numărul de spire a înfășurării secundare cu ajutorul formulei

$$n_2 = \frac{n_1 I_1 - H l_m}{I_1} \quad (4.28)$$

în care:

n_1 este numărul de spire primare;
H — cîmpul în miezul de fier (90 A/m);
l_m — lungimea medie a circuitului magnetic, în m;
I_1 — curentul primar, în A;
I_2 — curentul în secundar, în A.

Numărul de spire din primar n_1 se calculează ținînd seama că

$$n_1 I_1 \geqslant 200 \text{ A}.$$

Tensiunea electromotoare în secundar se calculează cu ajutorul formulei

$$E_2 = 1{,}25\, R_b I_2 \quad [\text{V}] \quad (4.29)$$

în care:
I_2 este curentul în bimetal, în A;
R_b — rezistența bimetalului, în Ω.

Secțiunea miezului de fier se calculează cunoscînd expresia

$$S = \frac{\sqrt{2}\, E_2 10^6}{\omega n_2 B} \quad [\text{mm}^2] \quad (4.30)$$

în care: $\omega = 2\pi f$ este pulsația curentului;
f — frecvența, în Hz;
B — inducția avînd valoarea 0,2 T.

Secțiunea conductorului secundar este

$$q = \frac{I_2}{j} \quad [\text{mm}^2], \quad (4.31)$$

unde: I_2 este curentul în secundar, în A;
j — densitatea de curent, care are valoarea de 1,5 . . . 2,5 A/mm².

Exemplul 4.12. Să se calculeze un transformator de curent care alimentează un bimetal funcţionînd la 25 A şi avînd o rezistenţă interioară $R_b = 0{,}52 \times 10^{-2}\ \Omega$. Curentul primar este de 400 A.

Alegem 1 spiră pentru bobina primară şi un circuit magnetic pătrat cu latura de 50 mm. În aceste condiţii, rezultă pentru înfăşurarea secundară un număr de spire

$$n_2 = \frac{n_1 I_1 - H l_m}{I_2} = \frac{1 \times 400 - 90 \times 0{,}2}{25} = 16 \text{ spire.}$$

Tensiunea electromotoare în secundar este

$$E_2 = 1{,}25\ R_b I_2 = 1{,}25 \times 0{,}52 \times 10^{-2} \times 25 = 0{,}163\ \text{V}.$$

Secţiunea miezului de fier se determină cu ajutorul formulei amintite.

$$S = \frac{\sqrt{2}\ E_2 10^6}{\omega n_2 B} = \frac{1{,}41 \times 0{,}163 \times 10^6}{314 \times 16 \times 0{,}2} = 229\ \text{mm}^2.$$

Dacă alegem o secţiune pătrată latura miezului va fi

$$A = \sqrt{229} \approx 15\ \text{mm}.$$

4.5. Condiţii de calitate

4.5.1. *Condiţiile impuse la execuţia bobinelor*

a. Se verifică cu atenţie starea carcaselor (pentru bobinele cu carcasă) care nu trebuie să prezinte:
— fisuri sau spărturi;
— muchii ascuţite pe suprafaţa de înfăşurare a conductorului de bobinaj;
— bavuri sau aglomerări de material;
— incluziuni metalice;
— urme de materiale străine de la debavurare, de ulei sau alte materiale;

b. La înfăşurare se va respecta:
— diametrul conductorului;
— numărul de spire;
— turaţia maşinii;
— tensiunea firului funcţie de diametrul conductorului.

c. Se vor verifica rolele de ghidaj ale conductorului astfel încît să nu prezinte șanțuri, bavuri etc., care să ducă la distrugerea izolației.

d. Conductorul se va dezizola folosindu-se hîrtie abrazivă cu granulație fină.

e. Lipirea capetelor se va executa îngrijit, folosindu-se de preferință sîrmă de cositor cu decapant înglobat (fludor) din aliaj LP 40 sau LP 50.

Pentru decapare se va folosi în exclusivitate colofoniu (sacîz).

Nu este permisă folosirea acizilor sau cloruri de amoniu (țipirig).

f. Capetele bobinei se vor fixa cu ajutorul benzilor autoadezive.

g. Porțiunile de conductor dezizolat ca și capetele legăturii flexibile se vor izola cu grijă, folosindu-se bandă autoadezivă, banda va depăși cu 10 mm porțiunea de conductor dezizolat.

h. Bobina se va izola între straturi la circa 1 000 de spire, cu hîrtie (foiță) pentru condensatoare.

i. Bobinajul se va executa îngrijit (strat cu strat), evitîndu-se scăparea spirelor de pe straturi la fundul bobinajului.

Bobine neimpregnate. Bobinele neimpregnate se vor rigidiza la exterior prin aplicarea a două straturi de bandă autoadezivă. Peste stratul de bandă se va pune eticheta cu tensiunea de serviciu și frecvența bobinei, peste care se aplică un strat de bandă izolantă transparentă.

Bobine impregnate. Bobinele supuse la vibrații și șocuri se vor rigidiza la exterior prin aplicarea unui strat de pînză de bumbac. Bobinele astfel rigidizate se vor supune operației de impregnare.

Materialul de impregnare se va întări în cuptor.

Bobine turnate. Bobina executată pe dorn se va introduce în carcasa izolantă. Capetele bobinei se scot în afara carcasei și se lipesc la bornele de legătură. Găurile pentru fixarea bobinei se vor astupa cu bandă autoadezivă.

Turnarea se va face pe masă vibratoare pentru eliminarea bulelor de aer. Etichetele cu tensiunea de serviciu și frecvența se lipesc pe carcasa izolantă.

Materialul de umplere se va întări la temperatura ambiantă sau în cuptor.

După turnare și întărire se vor îndepărta scurgerile și picăturile de material de umplere, existente pe carcasa bobinei.

Bobine fără carcasă. Bobinele fără carcasă se execută pe dorn prevăzut cu flanșe detașabile. După bobinare spirele se rigidizează cu ajutorul benzilor izolante.

4.5.2. *Condițiile cerute la verificarea bobinelor*

Verificarea vizuală. La verificarea vizuală se analizează următoarele:

— respectarea diametrului conductorului;
— modul de execuție și izolare al capetelor;
— regularitatea bobinajului.
— rigidizarea spirelor cu ajutorul benzilor autoadezive;
— calitatea impregnării sau turnării (cînd este cazul);
— prezența stratului de hîrtie intermediar (unde este cazul);
— marcarea pe bobine a tensiunii și frecvenței.

Verificarea rezistenței ohmice a bobinelor. Se va executa bucată cu bucată cu ajutorul unei punți Wheatstone Valorile vor fi cele indicate în desenul de execuție.

Încercarea se va executa la temperatura de 20°C±2°C, în caz contrar se va face corecția cu ajutorul formulei

$$R_{\Theta} = R_{20°C}\ (1+0{,}004\ \theta_R),\ \text{unde}\ \theta_R=\theta-20°C.$$

Verificarea numărului de spire. Se va face bucată cu bucată pe un circuit magnetic etalon, la care se va introduce pe o ramură o bobină etalon cu număr de spire verificat, iar pe cealaltă ramură se va introduce bobina de încercat. Introducîndu-se tensiunea nominală pe prima bobină, trebuie ca a doua bobină să indice în mod riguros aceeași valoare.

Verificarea se aplică numai bobinelor de c.a.

Verificarea la străpungere a izolației între spire. Se folosește un generator de c.a. de 500 Hz, a cărei tensiune se aplică bobinei de încercat.

Bobina de încercat va trebui să suporte o tensiune egală cu 2,5 U_S timp de 1 min, fără să apară străpungeri între spire.

Verificarea la străpungere a izolației față de masă. Se folosește o sursă de 3 000 V, 50 Hz. Se aplică tensiunea între una din bornele bobinei și masă (miezul electromagnetului) timp de 1 s. Nu trebuie să apară străpungeri sau conturnări.

Verificarea funcționării. Se folosește o sursă de tensiune variabilă de c.c. sau c.a. (după tipul bobinei).

Se aplică 0,85 U_n și electromagnetul trebuie să atragă ferm armătura mobilă.

Se scade tensiunea la 0,35 U_n pentru curent alternativ și 0,1 U_n pentru curent continuu și electromagnetul trebuie să se deschidă (să elibereze armătura mobilă).

Caracteristicile bobinelor de tensiune ale contactoarelor și electromagneților

Aparatul		Cod	Tensiunea V	Numărul de spire	Diametrul conductorului mm	Observații
0		1	2	3	4	5
Lampă cu transformator	primar	6400	110	1795	0,15 E	50 Hz
			120	1950	0,15 E	
			125	2040	0,14 E	
			220	3590	0,10 E	
			240	3900	0,10 E	
			380	6200	0,08 E	
			415	6780	0,08 E	
			500	8160	0,07 E	
	secundar		24	480	0,22 E	
	primar		110	1495	0,17 E	60 Hz
			120	1625	0,17 E	
			125	1700	0,16 E	
			220	3000	0,12 E	
			240	3250	0,12 E	
			380	5170	0,09 E	
			415	—	—	
			500	6800	0,08 E	
	secundar		24	400	0,25 E	
Electromagnet de acționare 1,5 kg, 10 mm cursă		6525	24	855	0,45 E	c.c.
Electromagnet de acționare 1,5 kg, 10 mm cursă		6500	24	174	0,75 E	50 Hz
			42	306	0,60 E	
			110	800	0,35 E	
			220	1600	0,25 E	
			380	2760	0,18 E	
			415	3010	0,18 E	
			500	3640	0,16 E	
			24	150	0,75 ET	60 Hz
			42	262	0,60 ET	
			110	685	0,35 ET	

0	1	2	3	4	5
		220 380 415 500	1370 2360 2570 3110	0,25 ET 0,18 ET 0,18 ET 0,16 ET	
Electromagnet 2,5 kg, 12 mm cursă	6503	24 42 48 110 120 220 380 500	140 246 280 640 700 1283 2216 2916	1 ET 0,75 ET 0,70 ET 0,48 ET 0,45 ET 0,34 ET 0,25 ET 0,23 ET	50 Hz
		24 42 48 110 120 220 380 500	165 285 325 745 815 1500 2550 3400	1 ET 0,75 ET 0,70 ET 0,48 ET 0,45 ET 0,34 ET 0,25 ET 0,23 ET	60 Hz
Electromagnet 3 kg, 8 mm cursă	6490	24 42 110 220 380	118 232 610 1220 2100	1 ET 0,8 ET 0,48 ET 0,35 ET 0,28 ET	50 Hz
		24 42 380	111 193 1760	0,9 ET 0,65 ET 0,3 ET	60 Hz
Electromagnet 4 kg, 13 mm cursă	6530	12 24	865 1730	0,8 ET 0,55 ET	c.c.
Electromagnet 5 kg, 10 mm cursă (tragere)	6505	24 42 48 110 120 220 380 415 440 500	111 195 222 510 556 1019 1760 2000 2130 2316	1,5 ET 1,2 ET 1,1 ET 0,75 ET 0,70 ET 0,50 ET 0,40 ET 0,40 ET 0,40 ET 0,35 ET	50 Hz

0	1	2	3	4	5
		24	96	1,9 ET	60 Hz
		42	169	1,4 ET	
		48	193	1,3 ET	
		110	443	0,9 ET	
		120	484	0,85 ET	
		220	895	0,60 ET	
		380	1532	0,48 ET	
		500	2017	0,40 ET	
Electromagnet 5 kg, 10 mm cursă (împingere)	6507	24	81	2 ET	50 Hz
		42	141	1,5 ET	
		110	370	0,9 ET	
		127	430	0,85 ET	
		220	740	0,65 ET	
		380	1280	0,50 ET	
		500	1690	0,45 ET	
		24	67	2,25 ET	60 Hz
		42	117	1,7 ET	
		110	309	1 ET	
		220	620	0,8 ET	
		380	1070	0,6 ET	
		500	1410	0,5 ET	
Electromagnet 5 kg, 25 mm cursă	6520	12	860	1,2 ET	c.c.
		24	1720	0,85 ET	
		48	3440	0,60 ET	
		110	7900	0,40 ET	
		220	15 800	0,28 ET	
Electromagnet 5 kg, 25 mm cursă (tragere)	6510 A	24	96	2,8 ET	50 Hz
		110	450	1,3 ET	
		220	900	0,9 ET	
		380	1560	0,7 ET	
		440	1800	0,65 ET	
		500	2040	0,63 ET	
		220	750	1 ET	
Electromagnet 5 kg, 25 mm cursă (împingere)	6515	42	100	3,0 ET	50 Hz
		110	260	1,8 ET	
		127	300	1,7 ET	
		220	520	1,25 ET	
		380	900	1,0 ET	
		500	1185	0,9 ET	

0	1	2	3	4	5
		42 110 220 380	83 216 433 750	3 ET 2,1 ET 1,4 ET 1,1 ET	60 Hz
Electromagnet 30 kg, 2 mm cursă	6 535	185 220	12 000 14 300	0,26 ET 0,24 ET	c.c.
Electromagnet pentru injector ne-industrial	6 545	220	4 300	0,45 ET	50 Hz
Contactor TCA 10	4005	14 24 26 36 42 48 110 125 127 220 230 240 280 380 415 440 500	280 480 520 740 840 960 2270 2550 2580 4400 4550 4800 5600 7600 8300 8800 9700	0,45 ET 0,35 ET 0,34 ET 0,28 ET 0,28 ET 0,25 ET 0,16/2 ET 0,16/2 ET 0,15/2 ET 0,12/2 ET 0,12/2 ET 0,112/2ET 0,10/2 ET 0,09/2 ET 0,09/2 ET 0,08/2 ET 0,08/2 ET	50 Hz
		14 24 26 36 42 48 110 125 127 220 380 500	230 400 430 595 730 800 1880 2120 2150 3620 6320 8400	0,60 ET 0,45 ET 0,45 ET 0,36 ET 0,35 ET 0,32 ET 0,20 ET 0,20 ET 0,20 ET 0,14/2 ET 0,10/2 ET 0,08/2 ET	60 Hz

0	1	2	3	4	5
Contactor TCA 10 acționat în curent continuu	4007	12	1375	0,5 ET	c.c.
		24	2750	0,35 ET	
		36	4120	0,30 ET	
		42	4800	0,25 ET	
		48	5500	0,25 ET	
		60	6900	0,22 ET	
		110	12 600	0,16 ET	
		125	13 200	0,15 ET	
		220	24 000	0,112 ET	
Contactoare TCA 32 TCA 40	4010 4015 A	24	332	0,56 ET	50 Hz
		42	615	0,40 ET	
		48	700	0,40 ET	
		110	1600	0,24 ET	
		127	1840	0,23 ET	
		220	3000	0,16/2 ET	
		231	3320	0,16/2 ET	
		240	3420	0,15/2 ET	
		320	4630	0,14/2 ET	
		380	5300	0,13/2 ET	
		415	6060	0,13/2 ET	
		440	6350	0,12/2 ET	
		500	7250	0,112/2ET	
		24	290	0,60 ET	60 Hz
		42	520	0,45 ET	
		48	585	0,42 ET	
		110	1330	0,28 ET	
		127	1530	0,25 ET	
		220	2660	0,18 ET	
		320	3880	0,15/2 ET	
		380	4600	0,14/2 ET	
		415	5050	0,14/2 ET	
		440	5300	0,13/2 ET	
		500	6050	0,12/2 ET	
Contactoare TCAC 32 A TCAC 40 A	4011 4013	12	1255	0,85 ET	c.c.
		24	2450	0,60 ET	
		42	4280	0,45 ET	
		48	4900	0,42 ET	
		60	6130	0,38 ET	
		110	11 200	0,28 ET	
		220	22 000	0,20 ET	

0	1	2	3	4	5
Contactor TCA 63 A	4020 A	24	218	0,60 ET	50 Hz
		42	382	0,45 ET	
		48	436	0,42 ET	
		110	998	0,31 ET	
		220	1996	0,22 ET	
		380	3300	0,17/2 ET	
		500	4535	0,14/2 ET	
		24	190	0,80 ET	60 Hz
		42	333	0,60 ET	
		48	380	0,56 ET	
		110	867	0,34 ET	
		220	1735	0,23 ET	
		380	3000	0,18/2 ET	
		500	3945	0,15/2 ET	
					Rezist. aux.
Contactor TCAC 63 A	4022	24	195	0,75 ET	14 Ω, 50 W
		48	520	0,45 ET	78 Ω, 50 W
		60	520	0,45 ET	100 Ω, 50 W
		110	950	0,32 ET	500 Ω, 50 W
		220	1900	0,22 ET	1500 Ω, 50 W
Contactor TCA 125	4028	24	2×72	1,4 ET	50 Hz
		42	2×133	1,0 ET	
		48	2×144	1,0 ET	
		110	2×330	0,65 ET	
		220	2×650	0,45 ET	
		240	2×710	0,45 ET	
		380	2×1125	0,35 ET	
		500	2×1480	0,30 ET	
		24	2×63	1,5 ET	
		42	2×116	1,2 ET	60 Hz
		48	2×132	1,2 ET	
		110	2×290	0,65 ET	
		220	2×570	0,5 ET	
		380	2×980	0,4 ET	
		440	2×1130	0,35 ET	
		500	2×1300	0,35 ET	
	Obs.: Aparatul are două bobine legate în serie.				

0	1	2	3	4	5
Contactor TCA 200	4032	24	2×57	2 ET	50 Hz
		42	2×100	1,3 ET	
		110	2×261	0,8 ET	
		220	2×522	0,65 ET	
		240	2×570	0,55 ET	
		380	2×900	0,45 ET	
		500	2×1187	0,40 ET	
		24	2×47	2 ET	60 Hz
		42	2×83	1,5 ET	
		110	2×220	1,0 ET	
		220	2×435	0,65 ET	
		380	2×750	0,50 ET	
		500	2×1000	0,45 ET	
	Obs.: Aparatul are 2 bobine legate în serie				
Contactor TCA 250	4035	24	2×62	1,8 ET	50 Hz
		42	2×61	1,8 ET	
		48	2×70	1,7 ET	
		110	2×160	1,1 ET	
		125	2×182	0,95 ET	
		127	2×186	0,95 ET	
		220	2×320	0,75 ET	
		240	2×350	0,70 ET	
		380	2×554	0,56 ET	
		440	2×640	0,50 ET	
		500	2×728	0,48 ET	
		24	2×31	2,5 ET	60 Hz
		42	2×54	1,8 ET	
		48	2×61	1,7 ET	
		110	2×140	1,18 ET	
		125	2×159	1,10 ET	
		127	2×161	1,00 ET	
		220	2×280	0,80 ET	
		240	2×304	0,75 ET	
		380	2×482	0,60 ET	
		500	2×634	0,56 ET	
	Obs.: Aparatul are 2 bobine legate în serie. Excepție fac bobinele de 24 V care sînt în paralel.				

0	1	2	3	4	5
Contactor TCA 400	4040	110 220 230 380 440 500	2×145 2×290 2×303 2×501 2×561 2×660	1,6 ET 1,1 ET 1,1 ET 0,9 ET 0,8 ET 0,75 ET	50 Hz
		110 220 230 380 440 500	2×127 2×254 2×266 2×439 2×508 2×577	1,8 ET 1,25 ET 1,25 ET 0,95 ET 0,90 ET 0,85 ET	60 Hz
		Obs.: Aparatul are două bobine legate în serie.			
Contactor de comandă CC 6	4002	24 42 110 220 380 500	412 800 1900 3800 6800 9000	0,42 0,32 0,20 0,14 0,10 0,09	50 Hz
		24 42 110 220 380 500	400 700 1800 3560 6300 8500	0,42 0,32 0,20 0,14 0,10 0,09	60 Hz
Aparat de siguranţă	9430	24 110 155	2200 9100 12 600	0,65 ET 0,30 ET 0,22 ET	c.c.
Contactor electropneumatic	9400 A 9400 B	170 36	15 400 3770	0,18 ET 0,35 ET	c.c. c.c.
Contactor pentru excitaţie	9300	155	10 000	0,25 ET	Rezist. aux. 1000 Ω, 50 W
Contactor pentru pompa de ulei	9310	220	13 700	0,20 ET	1500 Ω, 50 W c.c.

0	1	2	3	4	5
Contactor pentru rezistența de reglaj I și II	9390	110 155	5200 10 000	0,35 ET 0,25 ET	Rezist. aux. 350 Ω, 50W 1000 Ω, 50 W c.c.
Contactor auxiliar pentru mers în gol	9370	155	10 000	0,25 ET	c.c.
Contactor pentru mers-oprit	9380	115	5200	0,35 ET	Rezist. aux. 300 Ω, 50 W c.c.
Contactor pentru pompa de ulei GAT	9310	110	5200	0,35 ET	Rezist. aux. 350 Ω, 50 W c.c.
Contactor bipolar, 40 A	9315	220	10 000	0,25	Rezist. aux. 1000 Ω, 50 W c.c.
Contactor pentru motoarele ventilației forțate I	9350	110 155 220	6000 14 000 22 000	0,5 0,32 0,25	Rezist. aux. 370 Ω, 50 W 1500 Ω, 50 W 1500 Ω, 50 W
Contactor pentru motoarele ventilației forțate II	9360	110 155	4300 9200	0,6 0,5	Rezist. aux. 2×470 Ω, 50 W în paralel c.c. Rezist. aux. 1000 Ω 50 W c.c.
		220	13 840	0,32	Rezist. aux. 1500 Ω, 50 W c.c.
Contactor pompă apă răcire	9340	24	1940	0,8	Rezist. aux. 50 Ω, 50 W

0	1	2	3	4	5
		110 140 220	9000 13 000 15 000	0,35 0,28 0,22	350 Ω, 50 W 1000 Ω, 50 W 1500 Ω, 50 W c.c.
Contactor pompă apă răcire și combustibil	9342	110 140 220	7000 9000 11 000	0,40 ET 0,35 ET 0,30 ET	Rezist. aux. 240 Ω, 50 W 500 Ω, 50 W 1500 Ω, 50 W c.c.
Contactor auxiliar	9220	110	7000	0,4 ET	Rezist. aux. 350 Ω, 50 W c.c.
Contactor monopolar 80 A	9343	12	1230	1 ET	Rezist. aux. 7 Ω, 50 W c.c.
Contactor bipolar 80 A	9344	12	575	1,5 ET	Rezist. aux. 4,4 Ω, 50 W c.c.
Contactor pentru slăbirea cîmpului	9320 9321	12 110 155 220	774 5300 8100 8100	2 ET 0,65 ET 0,56 ET 0,56 ET	Rezist. aux. 2×5 Ω, 50 W în paralel 2×200 Ω, 50 W în paralel 4×40 Ω, 50 W 1000 Ω, 50 W c.c.
Contactor pentru motor compensoare și încărcarea bateriei	9330 A	155 220	10 000 14 670	0,45 ET 0,40 ET	Rezist. aux. 470 Ω, 50 W 1500 Ω, 50 W c.c.

0	1	2	3	4	5
Contactor pornire	9215	110 220	4600 14 670	0,7 ET 0,4 ET	Rezist. aux. 2×470 Ω în paralel 1500 Ω, 50 W c.c.
Contactor bipolar 250 A	9322	110 220	7150 10 000	0,6 ET 0,45 ET	Rezist. aux. 500 Ω, 50 W 1500 Ω, 50 W c.c.
Contactor bipolar 400 A	9217	110 220	4400 4600	0,8 ET 0,7 ET	Rezist. aux. 4×500 Ω, 50 W în paralel 2×250 Ω, 50 W în paralel c.c.
Contactor MC 80	3540	24 48 110 220	2700 54 300 12 000 18 750	0,60 ET 0,42 ET 0,28 ET 0,22 ET	c.c.
Contactor MC 100	3550 3551 3552	24 48 110 220 440	2580 5160 11 400 22 000 41 000	0,6 ET 0,42 ET 0,31 ET 0,20 ET 0,15 ET	c.c.
Contactor MC 15	3560 3563 3565	24 48 110 220	2615 5230 12 000 24 000	0,65 ET 0,47 ET 0,31 ET 0,22 ET	c.c.
Ruptor RMC 150	3620	24 48 110 220	1040 1750 4750 9500	1,05 ET 0,85 ET 0,50 ET 0,35 ET	Rezist. aux. 5 Ω, 50 W 20 Ω, 50 W 112,5 Ω, 50 W 450 Ω, 50 W c.c.

0	1	2	3	4	5
Ruptor RMC 80	3600	24	1010	1,0 ET	Rezist. aux. 7,5 Ω, 50 W
		48	2020	0,7 ET	30 Ω, 50 W
		110	4600	0,45 ET	150 Ω, 50 W
		220	9200	0,33 ET	500 Ω, 50 W
					c.c.
Contactor BC 60	3530	24	2×1243	0,42 ET	paralel
		48	2×1243	0,42 ET	serie
		110	2×5700	0,2 ET	paralel
		220	2×5700	0,2 ET	serie
					c.c.
Electromagnet trifazat 20 kgf (de jos în sus)	4440 A	220/380	3×485	1,2 ET	50 Hz triunghi/stea
		440	3×562	1,1 ET	stea
		500	3×638	1 ET	stea
		220/380	3×404	1,2 ET	60 Hz triunghi/stea
		440	3×468	1,1 ET	stea
		500	3×532	1 ET	stea
Electromagnet trifazat 40 kgf (de sus în jos)	4450 A	220/380	3×400	1,2 ET	50 Hz tr/stea
		440	3×463	1,1 ET	stea
		500	3×526	1,1 ET	stea
		220/380	3×333	1,2 ET	60 Hz tr/stea
		440	3×385	1,1 ET	stea
		500	3×438	1,1 ET	stea
Electromagnet trifazat 40 kgf (de jos în sus)	4400 A	220/380	3×254	2 ET	50 Hz tr/stea
		400	3×270	2 ET	stea
		500	3×346	1,8 ET	stea

0	1	2	3	4	5
		200/380 400 500	3×212 3×226 3×288	2 ET 2 ET 1,8 ET	60 Hz tr/stea stea stea
Electromagnet trifazat 80 kgf (de sus în jos)	4410 A	220/380 400 500	3×240 3×255 3×326	2 ET 2 ET 1,8 ET	50 Hz tr/stea stea stea
		220/380 400 500	3×205 3×218 3×278	2,3 ET 2,3 ET 2,0 ET	60 Hz tr/stea stea stea
Frînă cu electromagnet monofazat	4435	220 380 400 415 500	544 938 963 1000 1213	1,2 ET 0,9 ET 0,9 ET 0,9 ET 0,8 ET	50 Hz
		220 380 400 415 440 500	452 787 800 830 887 1010	1,2 ET 0,9 ET 0,9 ET 0,9 ET 0,85 ET 0,8 ET	60 Hz
Contactor 10 A cu relee	3207	24 42 48 110 127 220 380 500	570 1000 1140 2400 2740 4800 8300 11 000	0,4 ET 0,28 ET 0,28 ET 0,16 ET 0,16 ET 0,12 ET 0,09 ET 0,07 ET	50 Hz
		24 42 48 110 127	450 790 900 2030 2340	0,40 ET 0,30 ET 0,28 ET 0,20 ET 0,18 ET	60 Hz

0	1	2	3	4	5
		220	4050	0,14 ET	
		380	7000	0,10 ET	
		500	9200	0,08 ET	
Contactor 25 A cu relee	3217D	24	525	0,47 ET	50 Hz
		36	785	0,40 ET	
		42	920	0,35 ET	
		48	1050	0,32 ET	
		110	2400	0,22 ET	
		220	4800	0,15 ET	
		230	5000	0,15 ET	
		380	8300	0,12 ET	
		415	9100	0,11 ET	
		500	10 000	0,10 ET	
		24	440	0,47 ET	60 Hz
		42	760	0,35 ET	
		48	880	0,32 ET	
		110	2000	0,22 ET	
		220	4000	0,15 ET	
		380	6900	0,11 ET	
		500	10 000	0,11 ET	
Contactor 40 A cu relee	3218D	24	395	0,5 ET	50 Hz
		42	690	0,4 ET	
		110	1620	0,24 ET	
		127	1870	0,22 ET	
		220	3240	0,17 ET	
		320	4700	0,14 ET	
		380	5600	0,13 ET	
		415	6100	0,12 ET	
		500	7360	0,11 ET	
		24	332	0,55 ET	60 Hz
		42	575	0,45 ET	
		110	1510	0,28 ET	
		127	1740	0,25 ET	
		220	2900	0,18 ET	
		380	5000	0,14 ET	
		415	5470	0,14 ET	
		440	5800	0,13 ET	
		500	6600	0,12 ET	

0	1	2	3	4	5
Contactor 63 A cu relee	3226 B	24 42 110 220 380 500	230 403 1050 2100 3640 4800	0,65 ET 0,5 ET 0,32 ET 0,22 ET 0,16 ET 0,14 ET	50 Hz
		24 42 110 220 380 500	205 360 940 1940 3350 4400	0,75 ET 0,56 ET 0,35 ET 0,25 ET 0,16 ET 0,14 ET	60 Hz
Contactor 100 A cu relee	3237	20 24 36 42 48 90 110 180 220 320 365 380 415 500	149 179 260 313 357 670 876 1440 1718 2500 2850 2960 3240 3900	1,0 ET 0,9 ET 0,75 ET 0,70 ET 0,65 ET 0,48 ET 0,45 ET 0,35 ET 0,30 ET 0,25 ET 0,22 ET 0,22 ET 0,22 ET 0,20 ET	50 Hz
		24 42 48 110 220 265 380 440 460 500	149 260 298 682 1420 1720 2460 2850 2980 3240	1,0 ET 0,75 ET 0,70 ET 0,45 ET 0,35 ET 0,30 ET 0,25 ET 0,22 ET 0,22 ET 0,22 ET	60 Hz

Caracteristicile bobinelor de tensiune și curent ale întreruptoarelor automate

Denumirea aparatului	Cod	Tensiunea sau curentul	Numărul de spire	Diametrul conductorului izolat	Observații
1	2	3	4	5	6
Întreruptor automat USOL 100 III și II	4100 la 4115 și 4100M la 4115M	2,5 A	40	0,7 ET	Declanșator de curent numai pentru USOL 100 tripolar 4100 la 4107
		3,2 A	31	0,8 ET	
		4 A	25	0,8 ET	
		5 A	20	0,9 ET	
		6,3 A	18	1,0 ET	
		8 A	13	1,18 ET	
		10 A	11	1,4 ET	
		12,5 A	8	1,8 ET	
		16 A	8	1,8 ET	
		20...63 A	5	2,5 ET	
		2,5 A	42	0,7 ET	Declanșator de curent numai pentru USOL 100 bipolar 4108 la 4115
		3,2 A	33	0,8 ET	
		4 A	28	0,8 ET	
		5 A	22	0,9 ET	
		6,3 A	20	1,0 ET	
		8 A	15	1,18 ET	
		10 A	13	1,4 ET	
		12,5 A	10	1,4 ET	
		16 A	8	1,8 ET	
		20 A	7	2,0 ET	
		25 A	6	2,0 ET	
		32...80 A	5	2,5 ET	
		24 V	570	0,45 ET	Declanșator de la distanță 50 Hz și 60 Hz
		48 V	1150	0,30 ET	
		110 V	2640	0,20 ET	
		220 V	5700	0,13 ET	
		380 V	9900	0,10 ET	
		440 V	9900	0,10 ET	
		500 V	13 000	0,09 ET	
		24 V	570	0,45 ET	Declanșator de la distanță c.c.
		48 V	1150	0,30 ET	
		110 V	2640	0,20 ET	
		144 V	2920	0,20 ET	
		220 V	5700	0,13 ET	

1	2	3	4	5	6
		24 V 48 V 110 V 127 V 220 V 380 V 415 V 440 V 500 V	1300 2600 5600 6600 10 500 17 900 19 500 20 700 23 500	0,22 ET 0,16 ET 0,10 ET 0,10 ET 0,07 ET 0,05 ET 0,05 ET 0,05 ET 0,05 ET	Declanşator de tensiune nulă 50 Hz
		24 V 48 V 110 V 127 V 220 V 380 V 415 V 440 V 500 V	1100 2200 5000 5820 9200 15 890 17 350 18 400 20 100	0,24 ET 0,17 ET 0,11 ET 0,10 ET 0,08 ET 0,063 ET 0,063 ET 0,05 ET 0,05 ET	Declanşator de tensiune nulă 60 Hz
		24 V 48 V 110 V 144 V 220 V	3000 6600 14 500 19 000 28 500	0,14 ET 0,10 ET 0,063 ET 0,063 ET 0,04 ET	Declanşator de tensiune nulă c.c.
Întreruptor automat USOL 250 şi USOL 500	4137 B	5 A	110	1,2 ET	Declanşator de curent 50 Hz
	4130 la 4153 şi 4160 la 4191	24 V 48 V 100 V 127 V 220 V 250 V 380 V 415 V 440 V 500 V	440 880 2000 2300 3600 4500 6900 7500 8000 9100	0,42 ET 0,30 ET 0,20 ET 0,18 ET 0,14 ET 0,14 ET 0,10 ET 0,10 ET 0,10 ET 0,09 ET	Declanşator de la distanţă 50 Hz
		24 V 48 V 110 V 127 V 220 V	364 730 1700 1900 3400	0,45 ET 0,32 ET 0,22 ET 0,20 ET 0,16 ET	Declanşator de la distanţă 60 Hz

1	2	3	4	5	6
		250 V 380 V 415 V 440 V 500 V	3870 5800 6300 6900 7500	0,16 ET 0,11 ET 0,11 ET 0,10 ET 0,10 ET	
		24 V 48 V 110 V 220 V	800 1700 3700 7000	0,35 ET 0,25 ET 0,16 ET 0,12 ET	Declanşator de la distanţă c.c.
		24 V 48 V 110 V 127 V 220 V 250 V 380 V 415 V 440 V 500 V	1360 3000 5900 6900 12 000 13 500 20 500 22 400 23 800 27 000	0,28 ET 0,18 ET 0,125 ET 0,12 ET 0,09 ET 0,09 ET 0,071 ET 0,063 ET 0,063 ET 0,063 ET	Declanşator de tensiune nulă 50 Hz
		24 V 48 V 110 V 127 V 220 V 380 V 415 V 440 V 500 V	1127 2160 5150 5700 9900 17 100 18 700 19 800 22 400	0,3 ET 0,2 ET 0,13 ET 0,125 ET 0,09 ET 0,071 ET 0,071 ET 0,063 ET 0,063 ET	Declanşator de tensiune nulă 60 Hz
Întreruptor automat USOL 800	4200 la 4247	110 V 220 V	2×185 2×390	1,1 ET 0,8 ET	Electromagnet de anclanşare c.c. 2 bob. legate în serie
		110 V 127 V 220 V 380 V 440 V 500 V	1100 1100 2300 4600 4600 4600	0,4 ET 0,4 ET 0,28 ET 0,2 ET 0,2 ET 0,2 ET	Declanşator de la distanţă 50—60 Hz

1	2	3	4	5	6
		24 V 48 V 110 V 220 V	600 1100 2300 4600	0,56 ET 0,4 ET 0,28 ET 0,2 ET	Declanşator de la distanţă c.c.
		110 V 127 V 220 V 380 V 500 V	4750 5500 9900 16 500 21 500	0,16 ET 0,14 ET 0,112 ET 0,08 ET 0,071 ET	Declanşator de tensiune nulă 50 Hz
		110 V 220 V 440 V	4100 8000 16 500	0,16 ET 0,112 ET 0,08 ET	Declanşator de tensiune nulă, 60 Hz
		24 V 48 V 110 V 220 V	2900 5400 14 000 24 800	0,18 ET 0,14 ET 0,09 ET 0,063 ET	Declanşator de tensiune nulă, c.c.
		110 V 127 V 220 V 380 V 500 V	1250 1860 2500 5000 7500	0,315 ET 0,25 ET 0,22 ET 0,18 ET 0,125 ET	Contactor pentru electromagnet de anclanşare 50 Hz
		110 V 220 V 440 V	1350 2750 5000	0,28 ET 0,23 ET 0,16 ET	Contactor pt. electromagnet de anclanşare 60 Hz
		24 V 48 V 110 V 280 V	1250 2500 5000 11 000	0,315 ET 0,22 ET 0,16 ET 0,112 ET	Contactor pt. electromagnet de anclanşare c.c.
		110 V 127 V 220 V 380 V 500 V	2350 2600 4400 7300 10 450	0,25 ET 0,23 ET 0,18 ET 0,14 ET 0,112 ET	Releu de blocaj 50 Hz

1	2	3	4	5	6
		110 V 220 V 440 V	1900 3740 7300	0,28 ET 0,18 ET 0,11 ET	Releu de blocaj 60 Hz
		24 V 48 V 110 V 220 V	2800 5620 12 900 26 000	0,25 ET 0,16 ET 0,10 ET 0,071 ET	Releu de blocaj c.c.
Întreruptor OROMAX 1000 A 1600 A 2000 A 2500 A și 4000 A	4900 la 4911 4920 la 4931 4940 la 4947 4960 la 4967 și 4980 la 4983	150 ... 300 A 300 ... 600 A 500 ... 1000 A 800 ... 1600 A 1000 ... 2000 A 1250 ... 2500 A	117 117 103 166 194 222	1,8 ET 1,8 ET 1,8 ET 1,8 ET 1,8 ET 1,8 ET	Transformator de curent bobină secundar
		110 V 127 V 220 V 240 V 380 V 415 V 500 V	920 1040 1640 1800 2850 3150 4170	0,7 ET 0,56 ET 0,45 ET 0,45 ET 0,356 ET 0,35 ET 0,28 ET	Declanșator de tensiune nulă 50 Hz
		110 V 127 V 220 V 380 V 500 V	805 920 1610 2720 3540	0,75 ET 0,70 ET 0,50 ET 0,40 ET 0,315 ET	Declanșator de tensiune nulă 60 Hz
		220 V 260 V (pt. RZ2)	18 000 18 000	0,15 ET 0,15 ET	Declanșator de tensiune nulă, c.c.

1	2	3	4	5	6
		110 V 127 V 220 V 240 V 380 V 415 V 500 V	1300 1500 2700 2700 4600 5000 61 000	0,28 ET 0,28 ET 0,22 ET 0,22 ET 0,16 ET 0,16 ET 0,14 ET	Electromagnet de închidere 50 Hz
		110 V 127 V 220 V 380 V 440 V 500 V	1100 1400 2300 4150 4600 5300	0,355 ET 0,28 ET 0,25 ET 0,18 ET 0,16 ET 0,16 ET	Electromagnet de închidere 60 Hz
		110 V 220 V	2850 5300	0,23 ET 0,16 ET	Electromagnet de închidere, c.c.
		110 V 127 V 220 V 240 V 380 V 415 V 500 V	930 930 1930 1930 3200 3200 3200	0,40 ET 0,40 ET 0,28 ET 0,28 ET 0,20 ET 0,20 ET 0,20 ET	Electromagnet de deschidere 50 Hz
		110 V 127 V 220 V 380 V 440 V 500 V	930 930 1930 3200 3200 3200	0,40 ET 0,40 ET 0,28 ET 0,20 ET 0,20 ET 0,20 ET	Electromagnet de deschidere 60 Hz
		110 V 220 V	1930 3200	0,28 ET 0,20 ET	Electromagnet de deschidere c.c.
		—	34	1,6 ET	Transformator releu primar 50 și 60 Hz

1	2	3	4	5	6
		—	63	0,9 ET	Transformator releu secundar 50 Hz
		—	50	0,9 ET	Transformator releu secundar 60 Hz
		150 ... 300 A	14	1,6 ET	Declanşator maximal
		300 ... 600 A	12	1,6 ET	
		500 ... 1000 A	12	1,6 ET	
		800 ... 1600 A	14	1,6 ET	
		1000 ... 2000A	17	1,6 ET	
		1250 ... 2500 A	17	1,6 ET	
Contactor de putere AG 25	3802 A	120 V 220 V 380 V 500 V	326 600 1023 1364	0,6 ET 0,4 ET 0,35 ET 0,3 ET	Transformator de tensiune primar, 50 Hz
		26 V	75	1,2 ET	secundar, 50 Hz
		110 V 127 V 220 V 380 V 500 V	248 288 500 856 1137	0,70 ET 0,65 ET 0,42 ET 0,38 ET 0,32 ET	Transformator de tensiune primar 60 Hz
		26 V	63	1,3 ET	secundar, 60 Hz

1	2	3	4	5	6
		1 A	420	0,6 BB	Releu de curent
		1,5 A	234	0,7 BB	
		2,4 A	175	0,9 BB	
		3,3 A	140	0,9 BB	
		4,5 A	94	1,1 BB	
		6 A	70	1,4 BB	
		8 A	53	1,6 BB	
		11 A	42	1,8 BB	
		15 A	27	2,2 BB	
		20 A	22	2,5 BB	
		25 A	16	2,8 BB	
		24 V	460	0,48 ET	Releu intermediar
Întreruptor AG 350 A	3845 3846	24 V	550	0,41 ET	Declanşator de tensiune minimă 50 Hz
		42 V	910	0,25 ET	
		120 V	2600	0,15 ET	
		220 V	4800	0,12 ET	
		380 V	8200	0,10 ET	
		400 V	8500	0,10 ET	
		440 V	9333	0,095 ET	
		500 V	10 600	0,08 ET	
		24 V	460	0,48 ET	Declanşator de tensiune minimă 60 Hz
		42 V	760	0,27 ET	
		120 V	2165	0,16 ET	
		220 V	4000	0,13 ET	
		380 V	6830	0,11 ET	
		400 V	7100	0,11 ET	
		440 V	7800	0,10 ET	
		500 V	8800	0,09 ET	
		24 V	380	0,4 ET	Declanşator de la distanţă 50 Hz
		42 V	700	0,35 ET	
		127 V	2000	0,28 ET	
		220 V	3500	0,15 ET	
		380 V	6000	0,12 ET	
		400 V	6300	0,11 ET	
		500 V	7900	0,10 ET	

1	2	3	4	5	6
		24 V 42 V 120 V 220 V 380 V 400 V 500 V	240 420 1200 2180 3780 4000 5000	0,45 ET 0,4 ET 0,35 ET 0,27 ET 0,2 ET 0,15 ET 0,12 ET	Declanşator de la distanţă 60 Hz
		200/5 A 400/5 A	39 79	1,6 BB 1,8 BB	Transformator de curent (secundar) pt. aparat măsurat
		100 A 150 A 200 A 250 A 300 A 350 A	57 90 82 103 57 70	1,6 BB 1,6 BB 1,6 BB 1,6 BB 1,6 BB 1,6 BB	Transformator de curent (secundar) pt. bimetal
Transformator AG 500 VA	1950	127 220 380 500	340 657 1135 1420	1,6 ET 1,3 ET 0,9 ET 0,8 ET	Bobină primar 50 Hz
		380	945	0,9	Bobină primar 60 Hz
		12 24 36 42 48 127 220	36 72 108 125 143 376 657	10×2,5 BB 6×2 BB 3,1 BB 2,8 BB 2,8 BB 1,6 BB 1,3 ET	Bobină secundar 50 Hz
		12	30	10×2,5 BB	Bobină secundar 60 Hz

Caracteristicile bobinelor de tensiune ale contactoarelor AC 3 și Ditu*

Denumirea aparatului	Cod	Tensiunea V	Frecvența rețelei Hz	Diametrul mm	Numărul de spire	Izolația
Contactor AC3 10 A	3910	380	50	0,11	8 800	E
Contactor AC3 25 A	3920	380	50	0,18	4 190	E
Contactor AC3 40 A	3930	380	50	0,27	2 850	E
Contactor AC3 63 A	3940	380	50	0,3	1 986	E
Contactor AC3 100 A	3950	380	50	0,4	1 405	E
Contactor AC3 200 A	3960	380	50	0,6	880	E
Ditu 25	3310	380	50	0,2	2×5 700	E
Ditu 63	3321	380	50	0,22	2×1 555	E
Ditu 100	3330	380	50	0,6	1 100	E

* Aceste tipuri de aparate nu se mai fabrică, datele sînt necesare pentru că se mai găsesc în număr mare în exploatare.

Anexa 4

Caracteristicile bobinelor de curent pentru relee electromagnetice*

Denumirea aparatului	Cod	Curentul nominal al releului A	Numărul de spire	Diametrul conductorului mm	Izolația
1	2	3	4	5	6
Contactorul automat DITA 60	3226	40 60	3 2	(0,5×8)4 (0,5×8)6	Pînză uleiată
Contactorul automat DITA 100	3230	80 100	1 1	10×8 10×8	Pînză uleiată
Contactorul automat DITA 200	3240	100 150 200	6 6 6	(0,5×8)2 (0,5×8)2 (0,5×8)2	Pînză uleiată
Întreruptorul automat DITA 350	3250	100 200 350	2 1 1	(22×0,5)2 (22×0,5)6 (22×0,5)15	Pertinax

* Aceste tipuri de aparate nu se mai fabrică, dar există încă un număr mare în exploatare.

1	2	3	4	5	6
Întreruptorul automat DITA 1000	3272	600 1000	1 1	40×10 40×10	Pertinax
Întreruptorul automat AG 25	3800	3 5 7,5 10 15 20 25	67 40 27 20 14 10 8	1 1,2 1,6 1,8 2,2 2,4 2,8	BB
Întreruptorul automat AG 60	3810	40 60	6 4	3,6 3×5	BB
Întreruptorul automat AG 350	3845	100 200 350	8 4 2	(22×0,5)2 (22×0,5)2 (22×0,5)14	Bandă de sticlă
Întreruptorul automat AV 2		100 200	9 5	20×2 25×3	Preșpan

Anexa 5

Transformatoare de curent pentru relee termice*

Denumirea aparatului	Cod	Curentul nominal, în A		Dimensiunile conductorului, mm		Numărul de spire	
		Primar	Secundar	Primar	Secundar	Primar	Secundar
AG 125	3830	125	15	40 mm²	2,2 BB	2	16
AMT 400	3252	400	5		1,2 BB	1	80
DITA 1000	3272	1000	10	50×10	2,2 BB	1	98

* Aceste tipuri de relee nu se mai fabrică, dar se mai găsesc încă în exploatare în număr mare.

Defectele bobinelor de tensiune

Tipul electromagnetului	Defectul	Cauza	Metode de verificare
1	2	3	4
Curent continuu	Arderea bobinei	Aplicarea la bornele bobinei a unei tensiuni mai mari decît cea indicată pe etichetă	Se măsoară tensiunea la bornele bobinei cu un voltmetru
		Dacă aparatul are o rezistență economizoare; defectarea contactelor auxiliare care nu introduc rezistența economizoare în circuitul bobinei în poziția închis a electromagnetului	Se verifică funcționarea contactului auxiliar cu ajutorul lămpii de control
		Producerea unui scurtcircuit între spire	Se măsoară rezistența bobinei cu puntea Wheatstone
	Electromagnetul nu atrage armătura mobilă	Aplicarea la bornele bobinei a unei tensiuni mai mici decît 85 % din tensiunea indicată pe etichetă	Se măsoară tensiunea la bornele bobinei cu un voltmetru
		Dacă aparatul are o rezistență economizoare; defectarea contactului auxiliar care nu scurtcircuitează rezistența economizoare din circuitul bobinei în poziția deschis	Se verifică funcționarea contactului auxiliar cu lampa de control
		Ruperea conductorului bobinei de acționare	Se verifică continuitatea bobinei cu puntea Wheatstone

1	2	3	4
		Aplicarea la bornele bobinei a unei tensiuni mai mari decît cea indicată pe etichetă	Se măsoară tensiunea la bornele bobinei cu un voltmetru
Curent alternativ	Arderea bobinei	Blocarea armăturii mobile într-o poziție intermediară	Se verifică cu mîna deplasarea armăturii mobile
		Frecvența de conectare prea mare	
	Încălzirea puternică a bobinei	Între armătura mobilă și cea fixă rămîne un întrefier datorită impurităților sau frecărilor	Se măsoară curentul absorbit cu un ampermetru
		Ruperea spirei în scurtcircuit	Apar vibrații puternice
		Producerea unui scurtcircuit între spire	Se măsoară curentul absorbit cu un ampermetru
		Frecvența de conectare prea mare	
	Electromagnetul nu atrage armătura mobilă	Aplicarea la bornele bobinei a unei tensiuni mai mici de 85 % din tensiunea indicată în etichetă	Se măsoară tensiunea la bornele bobinei cu un voltmetru
		Ruperea conductorului bobinei de acționare	Se verifică continuitatea bobinei cu puntea Wheatstone
		Ruperea conductorului flexibil de legătură	Se verifică continuitatea circuitului

Bibliografie

1. S i m u l e s c u, D., H u h u l e s c u, M., ş.a. **Aparate electrice de joasă tensiune.** Bucureşti, Editura tehnică, 1971.

2. C ă n e s c u, T., H u h u l e s c u, M., D o r d e a, R. **Aparate electrice de joasă tensiune** — îndreptar, Bucureşti, Editura tehnică, 1977.

3. H o r t o p a n, G h., C o s m i n, G h., ş.a. **Aparate electrice de joasă tensiune.** Breviar de calcul. Bucureşti, Editura tehnică, 1969.

4. R â u l e s c u, I., L ă z ă r e s c u, R. şi P o p e s c u, V. **Metodică pentru depistarea defectelor bobinelor de c.c. şi c.a.** Studiu I.C.P.E. Bucureşti 1976.

Cuprins

Lei 5,50